

CAMBIOS EN EL CAUCE DE DOS SECTORES DEL RÍO GUAPE (META), POSIBLES
CAUSAS Y ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN.

LEIDY ALEJANDRA GUTIERREZ ARANGO

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
GRANADA – META

2018

CAMBIOS EN EL CAUCE DE DOS SECTORES DEL RÍO GUAPE (META), POSIBLES
CAUSAS Y ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN.

LEIDY ALEJANDRA GUTIERREZ ARANGO

Semillero de Investigación Metamorfo Acacias
Grupo en Conservación Bioprospección y Desarrollo Sostenible

Proyecto de investigación presentado como requisito para optar al título de Ingeniera
Ambiental

Directora

ANGÉLICA ROCÍO GUZMÁN LENIS

Bióloga, MBA Dirección de Proyectos, MSc. Desarrollo Rural.

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE

ZONA AMAZONÍA ORINOQUÍA

GRANADA – META

2018

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Nota obtenida: _____

2018

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	9
ABSTRACT	10
1 INTRODUCCION	11
2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	13
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
2.2 JUSTIFICACIÓN	16
3 OBJETIVOS	17
3.1 Objetivo General	17
3.2 Objetivos Específicos	17
4 MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO	18
4.1 MARCO TEÓRICO	18
4.2 MARCO CONCEPTUAL	22
5 METODOLOGÍA.....	25
6 RESULTADOS	29
6.1 REGISTROS METEREOLÓGICOS DE LAS ESTACIONES CON INFORMACIÓN DISPONIBLE 29	
6.1.1 Quinquenal 1967-2016.....	29
6.1.2 Precipitación anual (mm) por Número de días de precipitación al año	31
6.1.3 Valores Totales Mensuales de Precipitación 2011-2016.....	33

6.2	IMÁGENES SATELITALES DEL CAMBIO DE COBERTURA DISPONIBLES (1969-2016)	34
6.2.1	Coberturas encontradas	35
6.2.2	Imágenes satelitales sector Puente de la Reconciliación (Lejanías)	36
6.2.3	Imágenes satelitales sector Puente caído de la Cubillera (Granada)	38
6.2.4	Comparación de coberturas a través del tiempo en los sectores Lejanías y Granada	40
6.3	IMÁGENES SATELITALES DEL DESPLAZAMIENTO Y DEL ÁREA TOTAL DEL CAUCE DISPONIBLES	43
6.3.1	Imágenes satelitales desplazamiento y área total del cauce (Lejanías)	43
6.3.2	Imágenes satelitales desplazamiento y área total del cauce (Granada)	44
6.4	INFORMACIÓN RECAUDADA EN LAS VISITAS DE CAMPO	47
6.4.1	Información recaudada sector Puente de la Reconciliación (Lejanías)	47
6.4.2	Información recaudada sector Puente caído de la Cubillera (Granada)	50
7	ANÁLISIS DE RESULTADOS	3
7.1	Cambios presentados en el periodo 1969-2016 en los sectores de Lejanías y Granada	3
7.2	Causas y efectos de los cambios en el cauce del río Guape sobre las comunidades ribereñas	11
7.3	Alternativas de mitigación	17
8	CONCLUSIONES	22
9	RECOMENDACIONES	24
10	LIMITACIONES PARA LAS ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN	25
11	BIBLIOGRAFÍA	26
12	ANEXOS	29
12.1	ANEXO A: GUÍA DE ENTREVISTA SEMI-ESTRUCTURADA	29

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Cauce del Río Guape (Google Earth, 2016).....	14
Figura 2. Perfil de elevación margen norte.....	15
Figura 3. Representación de los fenómenos del niño y de la niña entre los años 2009 y 2010	18
Figura 4. Variación en los porcentajes de la precipitación media anual para Colombia en los últimos 35 años con respecto al periodo 1981-2010 (IDEAM, 2015, p.12).....	19
Figura 5. Nacimiento del río Guape en el páramo de Sumapaz (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2016).....	22
Figura 6. Zona de susceptibilidad a inundación (Tremarctos, 2016).....	23
Figura 7. Metodología de la investigación	28
Figura 8. Milímetros de precipitación por quinquenio y estación	29
Figura 9. Precipitación anual (mm) por días de lluvia en cada estación.....	31
Figura 10. Representa los valores totales mensuales de precipitación para el periodo 2011-2016 en las estaciones Lejanías Castillo, Mesa de Yamanes y Aguas Claras	33
Figura 11. Imágenes satelitales del área de investigación en Lejanías – Meta, años 1969, 2004, 2011 y 2014.....	37
Figura 12. Imagen satelital del área de investigación en Granada – Meta, años 1969, 2010, 2011, 2014 y 2015.....	38
Figura 13. Comparación visual del desplazamiento del cauce 1969-2004, 1969-2011 y 1969-2014.	43
Figura 14. Comparación visual del desplazamiento del cauce 1969-2010, 1969-2011, 1969-2014, 1969-2015.....	45
Figura 15: línea de tiempo con los hechos más representativos en las zonas de estudio	3
Figura 16. Fuente el Autor. Deforestación en el sector del Puente Caído de la Cubillera	7
Figura 17. Forma de un río trenzado	9

Figura 18. Instalaciones Universidad de la Sabana, Meandros y construcción en los límites de la ribera del río Bogotá (Bernal, 2011)	11
Figura 19. Aguas residuales del casco urbano de Lejanías a su paso por la finca de la señora Maria, fuente el autor	12
Figura 20. Cultivo de cacao en el terreno que se recuperó después de la instalación del jarillón.....	18

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Coberturas encontradas en el área de trabajo	35
Tabla 2. Área (km ²) de cada cobertura a través del tiempo, sectores Lejanías y Granada.....	40
Tabla 3. Área (km ²) del cauce del río y sus playones a través del tiempo, Sector lejanías.....	44
Tabla 4. Área (km ²) del cauce del río y sus playones a través del tiempo, Sector Granada.....	46
Tabla 5. Relación de pérdidas Puente Reconciliación – Lejanías.....	48
Tabla 6. Relación de pérdidas Puente Cubillera – Granada	51

RESUMEN

El cauce del río Guape ha presentado alteraciones que han sido notorias para las personas que viven en zonas aledañas al mismo, es por esta razón que se realizó esta investigación para analizar los cambios del cauce en dos zonas críticas (puente Reconciliación en Lejanías y puente Caído de la Cubillera en Granada), elegidas a partir de las averías que el caudal del río ha generado sobre la estructura de puentes, así como la pérdida de viviendas, cultivos y vías importantes. Se establece el área de desplazamiento del cauce del río a partir del análisis de imágenes satelitales (5,6 Km²/año en Lejanías y 16,7 Km²/año en Granada), se obtiene información documental meteorológica sobre precipitación en la cuenca (IDEAM), se realizan visitas de campo para reconocimiento de las zonas, se realizan entrevistas a la población ribereña y se revisan casos similares en Colombia y el mundo.

Entre las principales causas encontradas, se encuentran el alto nivel de lluvias en la cuenca alta, el perfil de elevación del cauce, los procesos de deforestación desde la época de los colonos, la explotación agrícola y la desviación del cauce por medio de obras civiles. La incorrecta disposición de las aguas residuales del casco urbano del Municipio de Lejanías agrega otro elemento a tener en cuenta en el manejo del cuerpo hídrico.

Como la principal problemática se deriva del comportamiento del caudal del río, se plantea la canalización del cauce en zonas críticas, como la realizada en el cauce del río Izar en Múnich Alemania y el río Brisbane en Australia, entre otros. Asimismo, se descarta la construcción de jarillones, pues traslada el problema, en lugar de solucionarlo. Este proyecto resalta la importancia de la conservación de los ecosistemas naturales en el margen del río, para controlar los impactos de la variación repentina de caudales y de los cambios del cauce sobre sus vecinos.

Palabras claves: Conservación de la naturaleza, Lucha contra las inundaciones, Precipitación, Río, Uso de la tierra.

ABSTRACT

The course of the Guape River has presented alterations that have been notorious for people living in near areas, this is why this research was conducted to analyze the riverbed changes in two critical areas (Reconciliation bridge in Lejanías and Fallen bridge of the Cubillera in Granada), chosen from the damages that the river flow has generated on the structure of bridges, as well as the loss of house, crops and important roads. The displacement area of the riverbed is established from the analysis of satellite images (5, 6 Km²/año in Lejanías and 16, 7 Km²/año in Granada), meteorological documentary information on precipitation in the basin is obtained, field visits are made for zone recognition, interviews to the riverine population are made, and similar cases are reviewed in Colombia and the world.

Among the main found causes, are the rainfall high level in the upper basin, the elevation profile of the river, the deforestation processes since the settlers time, the agricultural exploitation and the riverbed deviation through civil works. The incorrect residual waters disposition of the Lejanías urban zone adds another element to take into account in the handling of the hydric body.

As the main problem is derived from the behavior of the river flow, riverbed channeling is proposed in critical areas, such as the one made in the River Izar in Munich Germany and the Brisbane River in Australia, among other, also, the construction of river bank protection in only one side is ruled out, because it moves the problem, instead of solving it. This project highlights the importance of the natural ecosystems conservation in the river margin, to control the impacts of the sudden variation of the flows and riverbed changes.

Keywords: Nature conservation, Flood control, Precipitation, River, Land use.

1 INTRODUCCIÓN

El presente estudio revisa las causas por las cuales el río Guape, en los sectores Puente de la Reconciliación (Lejanías) y Puente caído de la Cubillera (Granada), ha presentado cambios en su cauce, para lo cual se realizaron visitas de campo y se utilizaron herramientas de análisis de información geográfica, para emitir un concepto sobre la problemática y desde luego para plantear alternativas de mitigación ambientalmente sostenibles.

En el documento se dan a conocer los reportes meteorológicos de las estaciones Lejanías Castillo, Mesa de Yamanes y Aguas Claras, las cuales evidencian que los niveles de lluvia han aumentado con el pasar del tiempo pero en una menor cantidad de días, lo que implica mayores niveles de precipitación diaria; la estación más cercana a la cadena montañosa siempre reportó los mayores valores de precipitación, y la más alejada los menores, mostrando una relación clara: entre más cerca de la cordillera, mayor es el valor de la precipitación media anual. Asimismo, se presenta un régimen de lluvias bimodal con sus picos más altos entre abril y junio y un pico menor en octubre. Estos niveles de precipitación generan un impacto directo sobre los cambios morfológicos del cauce del río Guape.

El primer capítulo comprende los resultados obtenidos en el proceso de investigación, entre ellos se encuentran la información meteorológica, información satelital disponible y de campo sobre los cambios en el cauce del río en los sectores Puente de la Reconciliación (Lejanías) y Puente caído de la Cubillera (Granada), información con la cual se puede dimensionar la magnitud de los cambios quinquenales (1969-2016), anuales (1969-2016) y mensuales (2011-2016).

El segundo capítulo comprende la identificación de las causas y los efectos de los cambios en el cauce del río Guape sobre las comunidades ribereñas en los sectores estudiados.

Por último, se presenta el planteamiento de alternativas de mitigación sobre el factor que más efectos causa sobre el ambiente y la comunidad, para lo cual se tienen en cuenta casos similares.

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El río Guape nace en la zona montañosa del municipio de Lejanías y en su recorrido pasa por la zona rural del municipio de Granada – Meta, por las diversas alteraciones que está sufriendo el afluente a lo largo de su recorrido, genera diversas averías en los predios de la comunidad ribereña, es así como se busca identificar las causas por las cuales el río Guape presenta cambios en su cauce, para lo cual se tiene en cuenta la información documentada y la que se obtiene en campo, para brindar alternativas de solución al problema más relevante sobre el ambiente y la comunidad.

Cabe resaltar que los daños que genera el río empiezan desde la parte alta de su cauce, en los predios del municipio de Lejanías; allí el detrimento más significativo se ve reflejado en la caída de un tramo del puente La Reconciliación, el cual atraviesa el río, y comunica con el municipio de El Castillo; además, la zona agrícola y ganadera que se encuentra a lado y lado de su cauce también se está afectando por la fuerza de sus aguas, que sumado a las constantes crecientes y los repentinos cambios en la dirección del cauce les significa grandes pérdidas que van desde la erosión del suelo, hasta las pérdidas de terreno e inversiones agrícolas y ganaderas.

Sobre la zona agrícola y ganadera de Granada la situación es preocupante, el afluente presenta una disminución en su velocidad, pero predomina el arrastre de materiales y el cauce está más disperso, lo que genera que éste tome una forma trenzada. Este comportamiento de muchos años, hizo que el río se dividiera en tres cauces (Cubillera, “cauce izquierdo” al sur; Guape Sabana, “centro”; Guape Viejo, “cauce derecho” al norte), lo cual aumenta tres veces más las averías causadas.

En la **Figura 1** se puede observar la forma trenzada del río en la zona media de su recorrido, el punto donde se divide en tres cauces y en el óvalo rojo el lugar donde el cauce se recargó hacia el cauce del río Cubillera a partir de una obra civil.

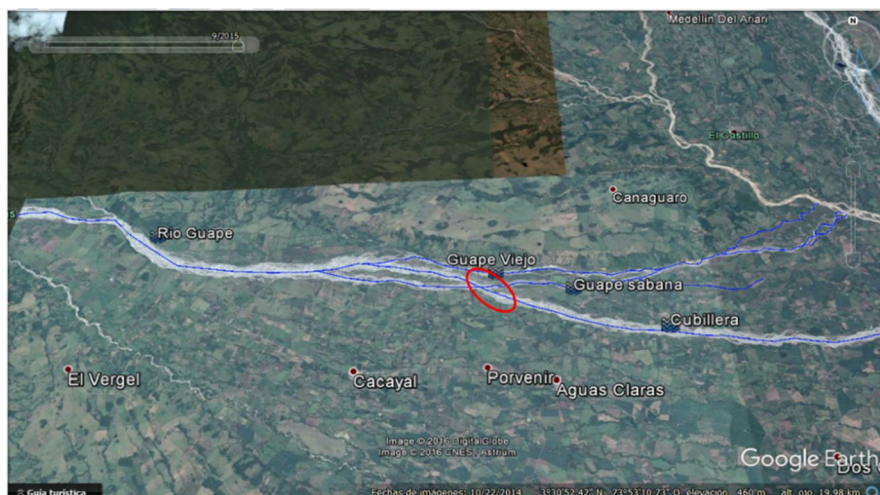


Figura 1. Cauce del Río Guape (Google Earth, 2016)

Además, la comunidad ribereña no cuenta con zonas de bosque o ecosistemas naturales que mitiguen el impacto de las aguas del río, en algunos lugares se conoce de pequeñas reservas que han sido débiles para contrarrestar la fuerza de las aguas, tal es el caso conocido en la vereda El Crucero, en donde el Señor Santos manifiesta haber trabajado en la conservación de la rivera por más de 5 años, hasta que en las crecientes del mes de septiembre del año 2016 el río se la llevó.

Por otro lado, el brazo del río de la zona centro “Guape Sabana”, se retiró por unos trabajos que se realizaron con maquinaria pesada, que redujeron de manera sustancial el cauce sobre el Guape Viejo, generando que toda la fuerza de las aguas se recarguen sobre el cauce del “río Cubillera”. Uno de los habitantes más antiguos de la zona comenta que “hace más de 50 años corría un pequeño caño llamado Tobillera, resulta que cada vez que el río Guape crecía se desbordaba por el caño hasta que se apoderó de su cauce y hoy en día se le llama Cubillera”

En adición, el grado de inclinación del cauce desde la parte alta hasta su desembocadura es pronunciado (**Figura 2**), influyendo en la velocidad del agua y por

tanto, aumentando su capacidad de arrastre de materia orgánica y de erosión del suelo.

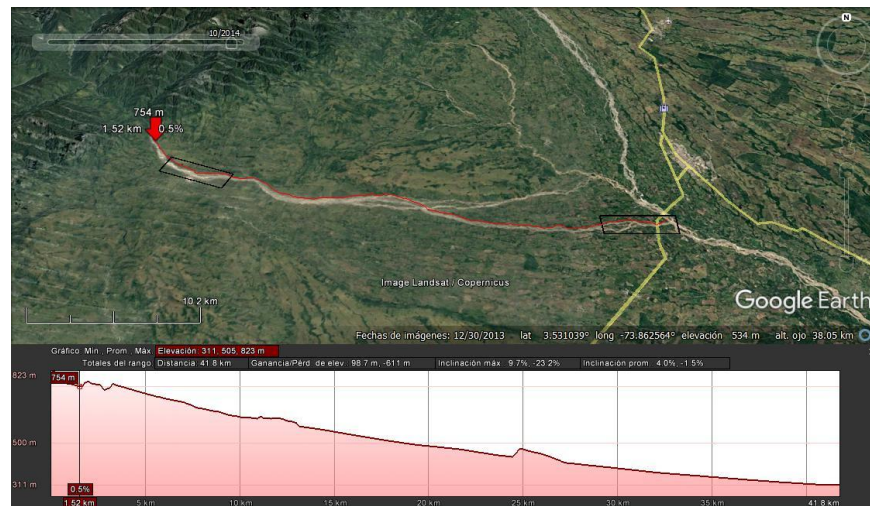


Figura 2. Perfil de elevación: Lejanías – margen norte – cauce sur Cubillera.

Finalmente, existen vacíos de información sobre el río y su comportamiento, no existe un Plan de Manejo de la Cuenca, y mucho menos, existen documentos o planes de Gestión del riesgo, que permita a los habitantes ribereños tomar acciones preventivas o correctivas cuando se presenten desastres naturales relacionados con el cambio repentino del cauce y caudal del río.

Teniendo en cuenta la situación problemática planteada, se presenta la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son los cambios presentados en el cauce del río Guape, en los sectores Puente de la Reconciliación (Lejanías) y Puente caído de la Cubillera (Granada), y sus posibles causas? ¿Existen alternativas de mitigación ambientalmente sostenibles que puedan utilizarse?

2.2 JUSTIFICACIÓN

Esta investigación pretende hacer parte de la historia de la región del Ariari, en la cual, se presenta una línea del tiempo que registra los acontecimientos que marcaron a los entrevistados y a los municipios de Lejanías y Granada en el Departamento del Meta.

La información recopilada en las diferentes fases del proyecto pretende contribuir a la identificación de los cambios en el cauce del río Guape, las causas y efectos, además se presentan alternativas de mitigación su funcionalidad y viabilidad, por otro lado, se incluye otros hallazgos que generan impactos sobre el ambiente.

La principal motivación para la elaboración de este proyecto de investigación, es reconstruir parte de la historia del río Guape, asimismo, aportar información significativa y que pueda utilizarse en futuras investigaciones, teniendo en cuenta que:

- No existe mayor información sobre el río, razón por la cual, este proyecto es un buen punto de partida.
- No hay información sobre un Plan de Manejo y Ordenamiento de la Cuenca (POMCA).
- No hay planes de contingencia para atender emergencias derivadas del comportamiento del río (Gestión del riesgo).
- La infraestructura pública es vulnerable y los procesos de mitigación no son suficientes o no son los indicados.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Determinar cuáles son los cambios presentados en el cauce del río Guape, en los sectores Puente de la Reconciliación (Lejanías) y Puente caído de la Cubillera (Granada), sus posibles causas, y plantear alternativas de mitigación ambientalmente sostenibles que puedan utilizarse.

3.2 Objetivos Específicos

- Obtener información documentada, meteorológica, satelital y de campo sobre los cambios en el cauce del río en los sectores Puente de la Reconciliación (Lejanías) y Puente caído de la Cubillera (Granada), para dimensionar la magnitud de los cambios quinquenales (1969-2016), anuales (1969-2016) y mensuales (2011-2016).
- Identificar las causas y los efectos de los cambios en el cauce del río Guape sobre las comunidades ribereñas en los sectores estudiados.
- Plantear alternativas de mitigación sobre el factor que más efectos esté causando sobre el ambiente y la comunidad.

4 MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO

4.1 MARCO TEÓRICO

La Orinoquía colombiana se caracteriza por presentar un régimen monomodal de lluvias en la mayoría de su territorio, con dos estaciones marcadas: invierno (lluvias) y verano (sequía), estos fenómenos pueden influenciar el comportamiento del clima en toda la región y el Departamento del Meta no es la excepción. Adicional al régimen regular de lluvias, existen fenómenos que modifican la intensidad de cada época, como por el ejemplo el fenómeno del niño (ENSO, El Niño – *Southern Oscillation*, en inglés), que según el (IDEAM, 2011, p. 2):

Los fenómenos ENSO en sus fases fría (“La Niña”) y cálida (“El Niño”) son determinantes en los patrones climáticos de diversas áreas de la superficie terrestre. El territorio colombiano es una de ellas, y como una clara demostración, se señala la presencia de “El niño” del 2009 – 2010 el cual fue seguido por “La Niña” 2010-2011, cuya repercusión en el clima de Colombia ha sido bastante notoria, generando emergencias asociadas a inundaciones lentas, crecientes súbitas y deslizamientos de tierra, con las consecuentes pérdidas humanas y materiales.

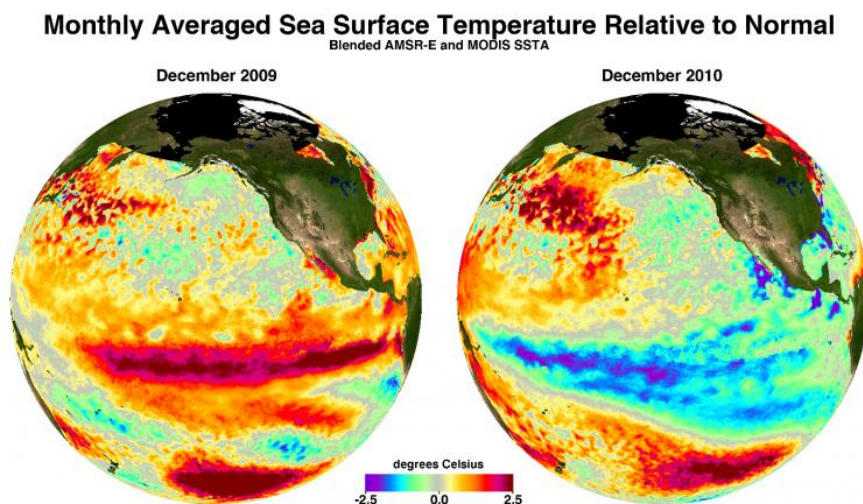


Figura 3. Representación de los fenómenos del niño y de la niña entre los años 2009 y 2010.

Nota: La figura muestra el calentamiento de las aguas ecuatoriales del pacifico “Niño” y de su posterior enfriamiento “Niña” (El Tiempo.es , 2016).

Es importante resaltar que estos fenómenos ocurren cada 3 a 7 años y en Colombia se da por el calentamiento de la temperatura del Océano Pacífico, que genera la formación de El Niño, se traduce en una disminución de las lluvias y un aumento de la temperatura. En contraste, La Niña se declara cuando se sostienen por varios meses temperaturas por debajo de $0,5^{\circ}$ en el océano y en Colombia se caracteriza por un aumento de lluvias y un bajón en las temperaturas (Betancur, 2016).

En contraste de lo que va el 2017, el año 2015 reflejó un aumento en las temperaturas conocido como fenómeno del niño, con lo cual se establece que el año 2016 presentaría altos niveles de lluvia. Aunque el fenómeno de la niña no es tan popular como el del niño, si puede llegar a ser más devastador especialmente en las zonas rurales donde los ríos son los que ocasionan los mayores daños en la zona agrícola y urbana por sus crecientes súbitas. La **Figura 4**, muestra la variación de la precipitación en los últimos 35 años, entre esta relación se destaca el fenómeno de la niña presentado durante los años 2010 y 2011, el cual ha sido uno de los más fuertes de la historia.



Figura 4. Variación en los porcentajes de la precipitación media anual para Colombia en los últimos 35 años con respecto al periodo 1981-2010 (IDEAM, 2015, p.12)

Durante el transcurso del 2015, la afectación sobre la climatología del país fue evidente. La marcada alteración en los patrones de lluvia, se tradujo en un déficit significativo de la disponibilidad hídrica, como consecuencia de las largas sequías, el descenso de los niveles de los ríos que restringieron la oferta hídrica tanto para consumo humano, como para el desarrollo de actividades productivas; el aumento significativo de la temperatura del aire, que desató olas de calor y favoreció la proliferación de vectores transmisores de enfermedades y también originó condiciones propicias para los incendios forestales (IDEAM, 2015, p. 3).

Para los residentes de la zona, el fenómeno del niño aumenta sus gastos en el sector agrícola porque tienen que comprar sistemas de riego para sostener sus cultivos, a pesar de que estos se encuentran sobre la rivera del río, las fuertes brisas que se generan afectan tanto la planta como el suelo por la disminución de la humedad, lo cual favorece en ellas deshidratación. Por el contrario en época de lluvias se está evidenciando la pérdida de los cultivos por encharcamientos y la erosión ocasionada por las crecientes del río arrastrando todo a su paso.

La situación generada por las lluvias excesivas, se reflejó en el comportamiento de los principales ríos y sus afluentes de todo el país, las intensas lluvias ocasionaron numerosas crecientes súbitas en los ríos de montaña, afluentes a las cuencas altas de los principales ríos, ubicados en zonas del suroccidente y centro del país (IDEAM, 2011, p. 27).

Cabe resaltar que un río es un canal natural de sección irregular y variable en longitud y tiempo, ubicado en las partes más bajas de la superficie terrestre, por lo cual drena el terreno que lo rodea y transporta agua con sedimentos manteniendo una cierta vida acuática y vegetación en diferentes zonas, es decir, se trata de un ecosistema natural. El agua es conducida finalmente al mar o a una corriente mayor, constituyéndose en una parte importante del ciclo hidrológico. Debido al transporte continuo de sedimentos por parte del río, se suele decir que éste tiene la misión de conducir al mar todos los productos de erosión de las laderas, es decir, las masas terrestres produciendo, a la larga, una notable disminución de la altura de las cadenas

montañosas y una colmatación de los océanos, con lo cual se uniformiza la topografía de la superficie terrestre (Ochoa, 2011, p. 385).

Está claro que la variabilidad del clima está estrictamente ligado al comportamiento de las fuentes hídricas, si se presenta una época de verano, éstas disminuyen su caudal a niveles históricos, lo cual, genera problemas de desabastecimiento y navegabilidad entre las poblaciones ribereñas. Por otro lado el aumento de las lluvias pueden aumentar de manera considerable el nivel del caudal causando desbordamientos en las zonas rurales y las poblaciones, afectando viviendas, vías de acceso, grandes infraestructuras, puentes, áreas de cultivos y zonas ganaderas.

Según el anuario climatológico del año 2015 emitido por el IDEAM (2015, p. 12), dentro del contexto histórico, el año 2015 registró el menor volumen de precipitación anual del país en los últimos 35 años, con una reducción del 23% en el acumulado anual. Las observaciones muestran que desde el pasado fenómeno de la niña 2010-2011, que originó la mal llamada “Ola Invernal”, la precipitación en Colombia ha permanecido con valores de precipitación anual por debajo de lo normal. Los 10 años con menores volúmenes de lluvias en Colombia en su orden son: 2015 (con una reducción del 23% en la precipitación anual) 1992 (-17.4%), 1997 (-16.6%), 1985 (-11.4%), 1991 (-11.2%), 2001 (-9.2%), 2012 (-8.6%), 2002 (-8.2%) y 2013 (-6.4%) (Figura 4).

El boletín 9 de la UNICEF (UNICEF, 2006), indica que la prevención y mitigación de desastres es el conjunto de acciones que hacemos para asegurarnos que no suceda un desastre, o si sucede, que no nos perjudique con toda la intensidad que podría hacerlo. La mayoría de los fenómenos naturales no pueden impedirse, pero podemos reducir los daños, así mismo, describe cada uno de los conceptos de la siguiente manera:

- La prevención se refiere a la aplicación de medidas para evitar que un evento se convierta en un desastre.

- La mitigación es la aplicación de acciones para reducir la vulnerabilidad frente a ciertas amenazas.

4.2 MARCO CONCEPTUAL

Basados en la información recopilada en campo previamente, y los análisis que se realizan sobre el cauce del río Guape desde herramientas tecnológicas como Google Earth, AutoCAD, FreeMapTools y Tremarctos, se puede conocer el lugar de nacimiento del río en el área protegida del Parque Nacional Natural Sumapaz, en la parte alta de la montaña entre el municipio de Lejanías y Cubarral, además, se pueden identificar las zonas que son susceptibles de inundación en el área de influencia del río, los cambios en su cauce, aumento o disminución del área del cauce, y el cambio de coberturas por el uso del suelo en las áreas seleccionadas, con lo cual se puede llegar a corroborar la información aportada por la comunidad.

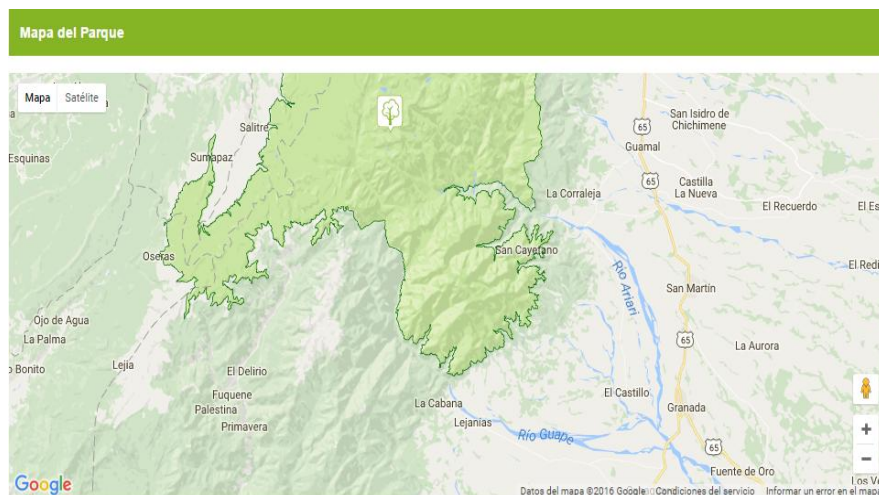


Figura 5. Nacimiento del río Guape en el páramo de Sumapaz (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2016)

Es importante tener en cuenta que el río Guape se alimenta de las precipitaciones y la producción de agua del páramo de Sumapaz. Las precipitaciones atmosféricas y los deshielos escurren sobre las laderas, formando flujos laminares y

concentrados en forma de surcos. Estos surcos se congregan en las zonas más bajas de las cuencas originando cañadas que crecen en la dirección de la corriente. La unión de estas últimas con nacederos y zonas de alivio de las aguas subterráneas forman las quebradas que después de cierto recorrido se convierten en ríos (Ochoa, 2011, p. 385).

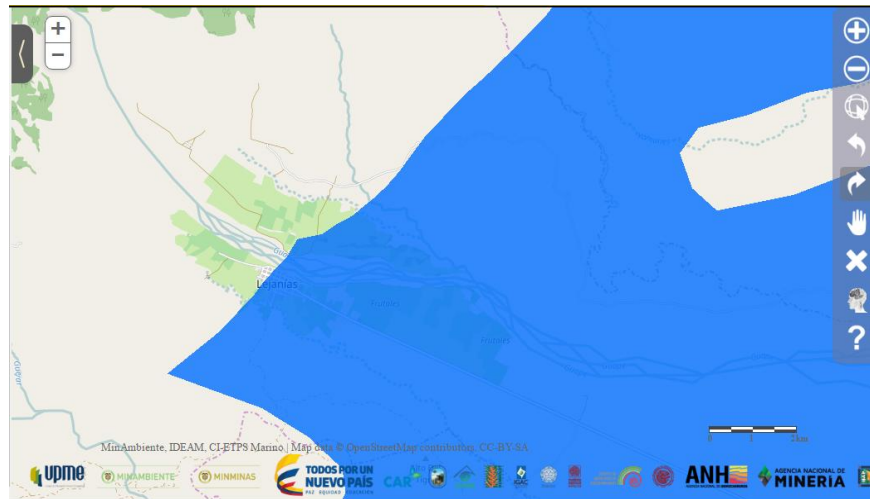


Figura 6. Zona de susceptibilidad a inundación (Tremarctos, 2016)

Según la información reflejada en las figuras 1, 2, 5, y 6, se puede inferir que la geomorfología, la alta precipitación anual y las alteraciones antrópicas, pueden llegar a ser la principal causa de las alteraciones que sufre el cauce del río en cuanto al aumento del caudal, la erosión y la contaminación por arrastre que se genera.

En cuanto a la erosión es importante resaltar que ésta se da por la remoción de las partículas de las rocas a través de procesos como la abrasión hidráulica o la deflación eólica, o simplemente la erosión de la energía cinética de ambos elementos, agua y viento, la erosión es la responsable del rebajamiento del relieve transformándolo en relieve destructivo (Universidad Católica de Chile, sf).

Según Ochoa (2011, p. 634) la formación de islotes es característica en los tramos iniciales de los ríos de llanura en donde la disminución de la pendiente longitudinal y de la velocidad del flujo produce una sobrecarga de los sedimentos de

fondo provenientes de la zona de aguas arriba. Esta una característica que se destaca desde el cauce medio del río Guape y se extiende hasta su desembocadura.

Según el Observatorio Ambiental de Bogotá (sf), la precipitación es cualquier forma de hidrometeoro, conformado de partículas acuosas de forma sólida o líquida que caen de las nubes y llegan al suelo. Existen varios tipos de precipitación dependiendo de la cantidad o forma en que caen las partículas, el diámetro se halla generalmente comprendido entre 0,5 y 7mm, (1 mm de precipitación es la lámina que alcanzaría un litro de agua sobre una superficie de un metro cuadrado, sin que se evapore o percole), y caen a una velocidad del orden de los 3m/s. Dependiendo del tamaño de las gotas que lleguen al suelo y de cómo caigan, existen distintos tipos de precipitación líquida: llovizna (gotas pequeñas que caen uniformemente), chubasco (gotas de mayor tamaño y que caen de forma violenta e intensa), y otras más.

Es importante tener en cuenta que las afectaciones que se generan en esta región se dan especialmente por la acción de las lluvias en la época de invierno, estos efectos aumentan su impacto cuando llegan fenómenos como el de “La Niña”. El fenómeno de La Niña altera la circulación de la atmósfera y genera anomalías climáticas en regiones remotas del planeta. Este se caracteriza por la disminución de la temperatura de manera irregular y continua por al menos seis meses en la zona central y oriental del Pacífico tropical.

5 METODOLOGÍA

El enfoque investigativo del presente proyecto fue el **método mixto**, el cual, no pretende desestimar los métodos cualitativo y cuantitativo, por el contrario, busca integrarlos de tal manera que se pueda obtener mayor información con la triangulación, combinación y complementación de estos dos métodos, para la identificación de las causas por las cuales el río Guape ha presentado alteraciones en su cauce. El proyecto de investigación se desarrolló en tres fases de la siguiente manera:

Fase 1. Recolección de información documentada: Se ubicó una posible área de trabajo en GOOGLE EARTH, focalizando las dos estructuras públicas afectadas. Paralelamente se solicitó los registros históricos de las estaciones pluviométricas que se encontraban a lo largo de la cuenca del río, dicho trámite se oficializo por medio del portal web del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, además de la búsqueda de casos similares por el Metabuscador de la UNAD.

- Imágenes satelitales: Google Earth
- Información meteorológica: IDEAM
- Casos similares: Búsqueda en el Metabuscador UNAD y distintos sitios web con reconocimiento.

Fase 2. Visitas de campo: por medio de visitas previas se determinó el área de trabajo y la indagación de posibles afectados, la interacción, generación de confianza con las personas y la programación para la aplicación de la entrevista. La muestra para el proyecto la comprenden personas identificadas en la visita previa.

- Preliminar: recorrido de reconocimiento e identificación de afectados.
- Posterior: Entrevistas y observación participante. Instrumento utilizado: guía de entrevista estructurada (anexo A)

Fase 3. Tratamiento de datos para el análisis: esta fase se subdivide en tres aspectos para el análisis de la información: información meteorológica, imágenes satelitales y las entrevistas.

Información meteorológica: después de crear un usuario y realizar la solicitud formal al IDEAM, quienes siguiendo sus conductos regulares para el cumplimiento del trámite en línea, allegaron la información solicitada sobre los registros meteorológicos disponibles por correo electrónico en un documento al cual se podía acceder únicamente con WORDPAD O BLOC DE NOTAS, para este caso se utilizó el bloc de notas, posteriormente se realizó el tratamiento para exportar la información a la herramienta Excel, desde allí se inició la selección, separación y organización de la información de cada estación pluviométrica para la elaboración de las gráficas por quinquenios (1967-2016), anual con número de días entre (1967-2016) y mensuales de (2011-2016) para cada una de las tres estaciones.

Imágenes satelitales: cada una de las herramientas digitales relacionadas a continuación fueron utilizadas para un fin específico y en su orden se presentan.

Google Earth: esta herramienta se utilizó para seleccionar el área de trabajo en Lejanías y Granada, el uso de suelo y cauce del río por medio de polígonos para cada una de las imágenes disponibles.

AutoCAD: se utilizó específicamente para la medición precisa del área total y de desplazamiento del cauce del río Guape en el sector puente de la reconciliación en Lejanías y puente caído de la Cubillera de Granada.

Con respecto a la utilización de herramientas para el análisis de las imágenes satelitales correspondientes al desplazamiento y área del cauce se ha presentado una diferencia en el polígono seleccionado en GOOGLE EARTH, al ser exportado a la herramienta AutoCAD se visualizó con facilidad, esto se puede explicar porque al pasar las coordenadas curvilíneas formadas en el elipsoide de la tierra a coordenadas planas

varía la proyección, tal como se explica en IGAC (2004, p. 7) Modificado en el año 2016:

“El Datum BOGOTÁ materializa al ITRS con un error sistemático de aproximadamente 250 m ya que, su origen se encuentra desplazado del geocentro 530 m. esto significa que las posiciones definidas sobre el Datum BOGOTÁ aparecen desplazadas en una cantidad similar con respecto a las posiciones definidas sobre MAGNA-SIRGAS. El error relativo de la red ARENA varía de acuerdo con la región del país, lo que no permite un control apropiado para levantamientos GPS precisos y, a diferencia de MAGNA-SIRGAS, que es un sistema de referencia tridimensional, el Datum BOGOTÁ es un marco bidimensional en el que se dispone de coordenadas curvilíneas (φ, λ) y altura sobre el nivel medio del mar (H), sin conocerse la altura elipsoidal (h)”

Según el (IGAC, 2004, p. 10) Modificado en el año 2016: La proyección cartográfica oficial de Colombia es el sistema Gauss-Krüger. Este es una representación conforme del elipsoide sobre un plano, es decir que el ángulo formado entre dos líneas sobre la superficie terrestre se mantiene al ser estas proyectadas sobre el plano. La escala de la representación permanece constante sobre el meridiano central, pero esta varía al alejarse de aquel, introduciendo deformaciones en función de la longitud (λ). Por tal razón, el desarrollo de la proyección se controla mediante husos, que en el caso de Colombia se extienden $1,5^\circ$ al lado y lado del meridiano central.

El mismo documento establece para Colombia el origen principal de las coordenadas Gauss-Krüger, se definió en la pilastra sur del Observatorio Astronómico de Bogotá, asignándose valores $N = 1\,000\,000$ m y $E = 1\,000\,000$ m. los orígenes complementarios se han establecido a 3° y 6° de longitud al este y oeste de dicho punto.

FreeMapTools: por la facilidad de trabajar con esta herramienta se utilizó para la medición del área de uso de suelo, esta se realizaba guardando el polígono como imagen en formato KML y posteriormente se cargaba el archivo en la página, la cual realizaba la medición y arrojaba el valor parcial y la sumatoria total de todas las áreas de los polígonos medidos.

Entrevistas: la clasificación de la información se realizó en Excel para cada una de las preguntas, la información recopilada en las 29 preguntas se redujo a conceptos de interés para el desarrollo del proyecto como la Ubicación satelital del predio y la clasificación de los cambios, Posibles causas de las alteraciones del cauce (principales crecientes y sequías), influencia del clima, procesos de deforestación, desviaciones del cauce, explotación minera, agrícola, ganadera y piscícola, Pérdida de bienes y su costo, perdida de bienes de uso público y por último las obras de mitigación o de corrección.

A partir de la agrupación de la información de cada sector se relacionó con la información documentada para los procesos de triangulación de la información.

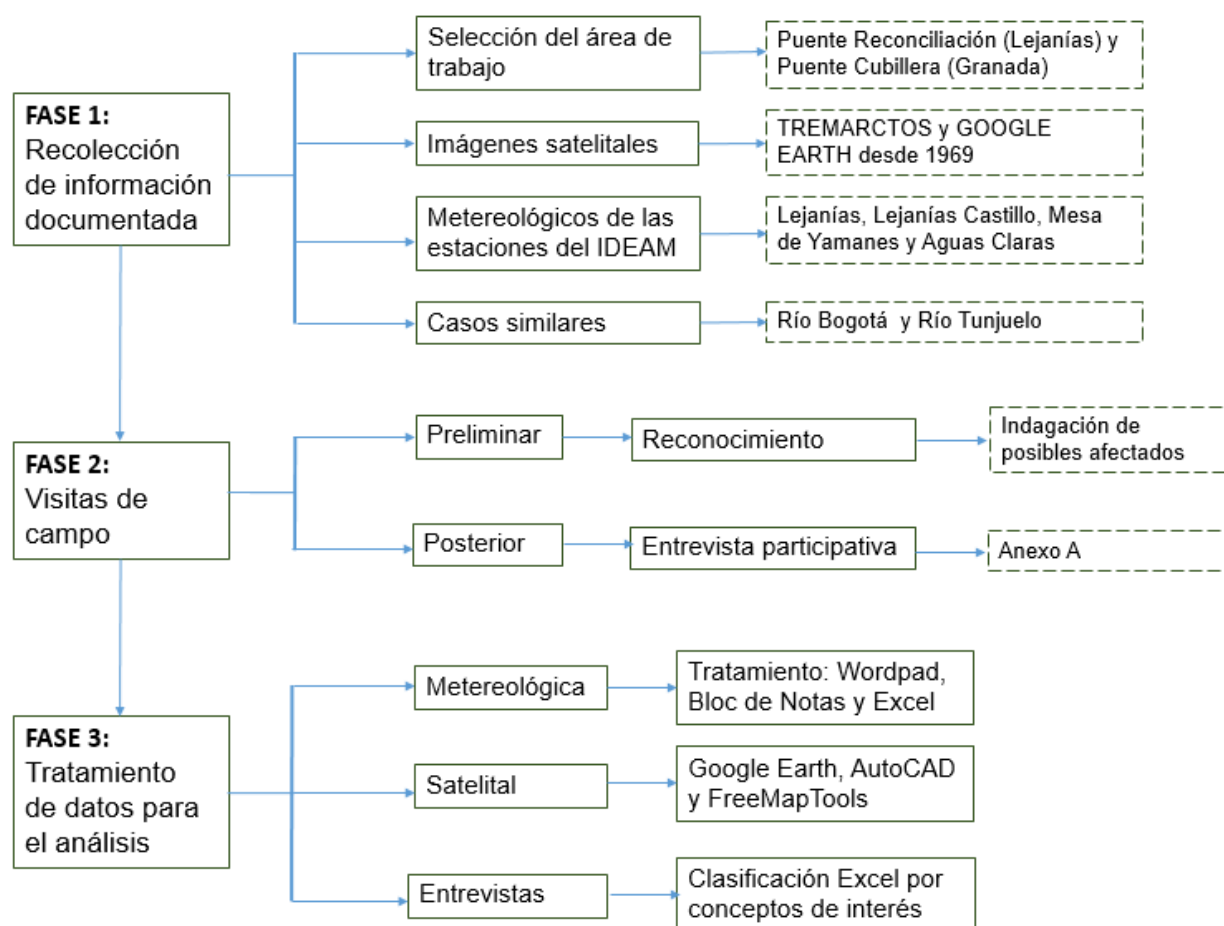


Figura 7. Metodología de la investigación

6 RESULTADOS

6.1 REGISTROS METEREOLÓGICOS DE LAS ESTACIONES CON INFORMACIÓN DISPONIBLE

6.1.1 Quinquenal 1967-2016

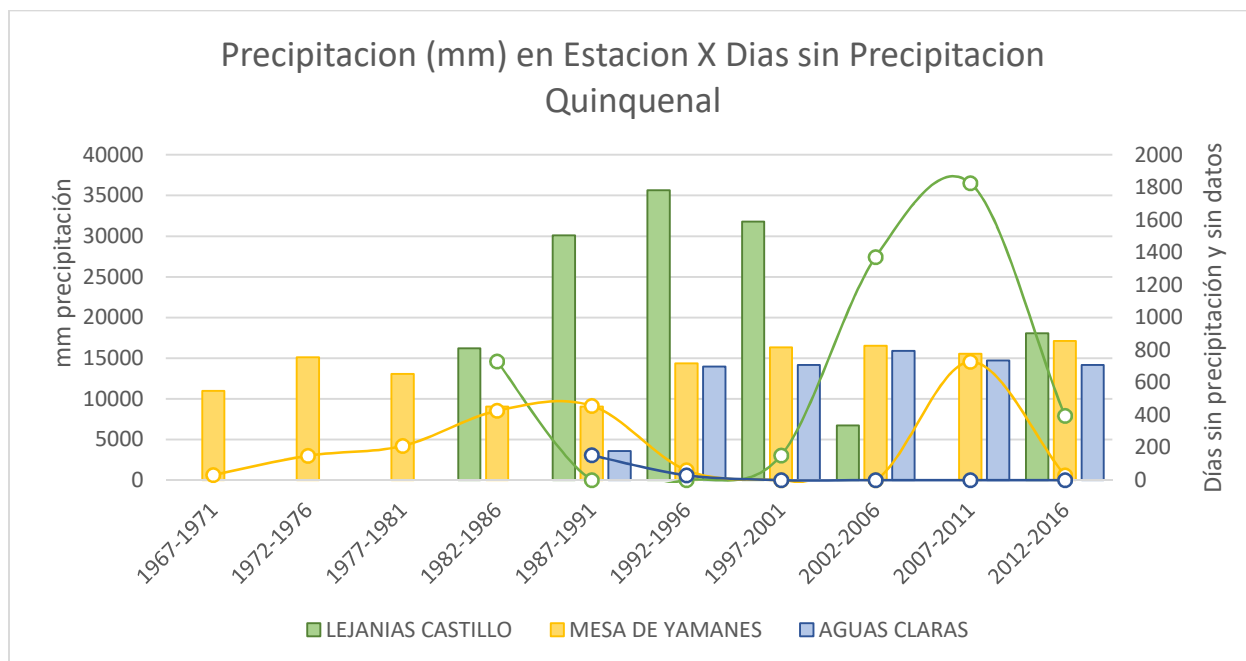


Figura 8. Milímetros de precipitación en estación por días sin precipitación quinquenal

La figura 8, cuenta con dos ejes verticales, el eje vertical primario representa los milímetros de precipitación y el eje vertical secundario representa los días sin precipitación y sin datos por quinquenio en cada una de las tres estaciones estudiadas (Lejanías Castillo, Mesa de Yamanes y Aguas Claras).

Para la estación Lejanías Castillo se pudo evidenciar que desde su entrada en funcionamiento los registros fueron altos, pero con el paso del tiempo empezó a presentar una baja en los registros de precipitación, razón por la cual su tendencia terminó siendo a la baja. Por otro lado, la línea de tendencias en cuanto a los días sin precipitación y sin datos se fue en alza desde la entrada en funcionamiento presentando su mayor nivel en el quinquenio 2002-2006 y 2007-2011.

La estación Mesa de Yamanes presentó una leve tendencia al alza en los milímetros de precipitación desde su entrada en funcionamiento hasta el año 2016. Además, presentó una estabilidad en los registros con una leve tendencia al alza en cuanto a la cantidad de días sin precipitación y sin datos por quinquenio registrado.

La estación Aguas Claras desde su entrada en funcionamiento presentó una tendencia al alza en cuanto a los registros de precipitación por quinquenio. Por otro lado, la tendencia en cuanto a los días sin precipitación y sin datos reflejó una tendencia a la baja.

Independientemente de la ausencia de información para algunos quinquenios, es claro que los mayores niveles de precipitación se registraron en la estación Lejanías Castillo, seguida de la estación Mesa de Yamanes y por último Aguas Claras, lo cual, indica que entre más cerca esté la estación de la cadena montañosa, mayores serán los registros de precipitación independientemente de los días con o sin precipitación.

La relación entre los niveles y los días sin precipitación y sin datos se evidenció de forma diferente en las tres estaciones.

En la estación Lejanías Castillo la precipitación es a la baja y los días sin lluvia y sin datos aumentan, en las figuras 8 y 9 se evidenció que la ausencia de información pudo incidir en esta relación.

La estación Mesa de Yamanes presentó una leve tendencia al alza en los niveles y en los días sin precipitación, esta relación indica que los niveles de precipitación fueron mayores en menos tiempo.

Por último la estación Aguas Claras presentó una tendencia al alza en cuanto a precipitación y una baja en cuanto a los días sin lluvia, esta relación indica que los niveles de precipitación fueron mayores en más tiempo.

6.1.2 Precipitación anual (mm) con Número de días de precipitación al año

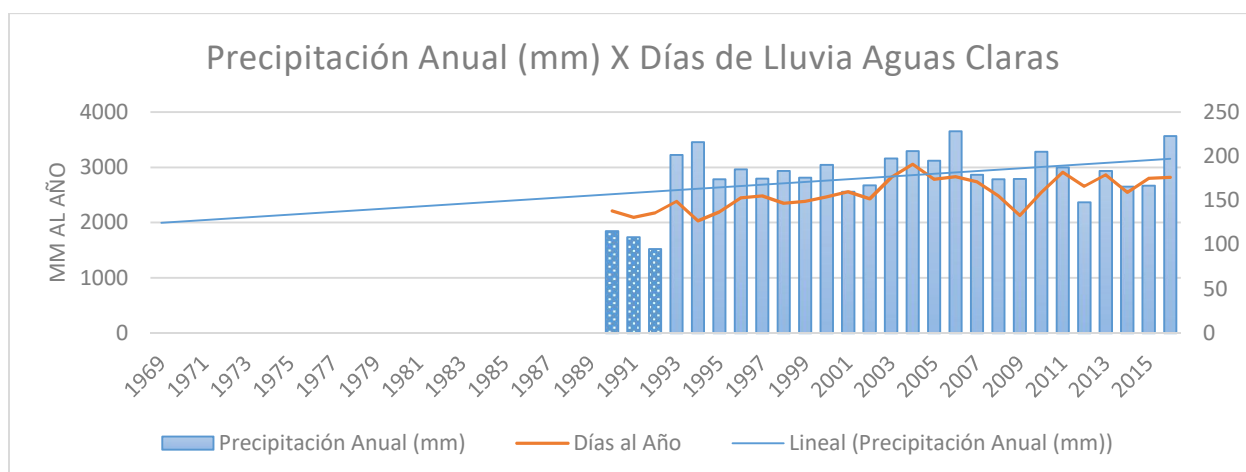
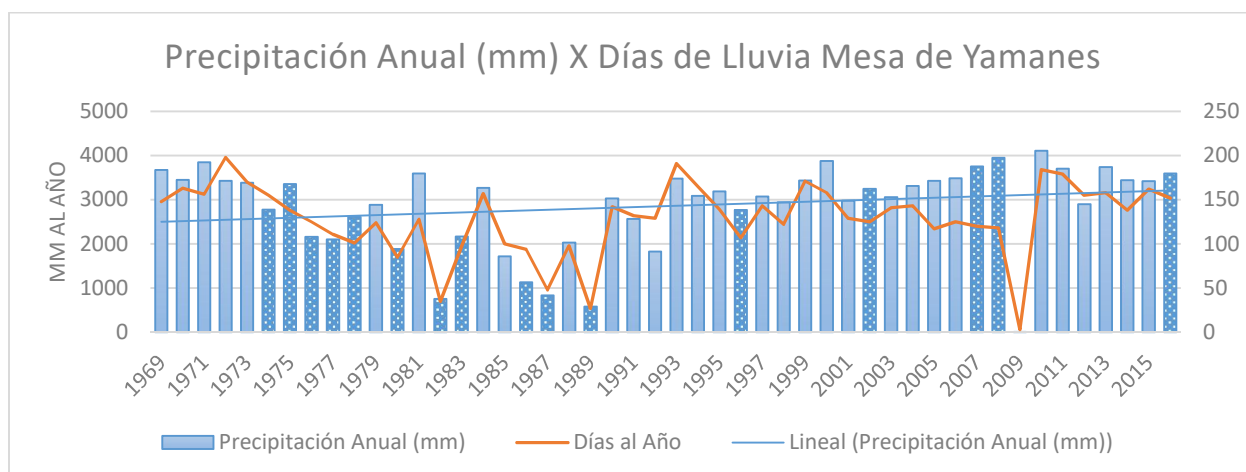
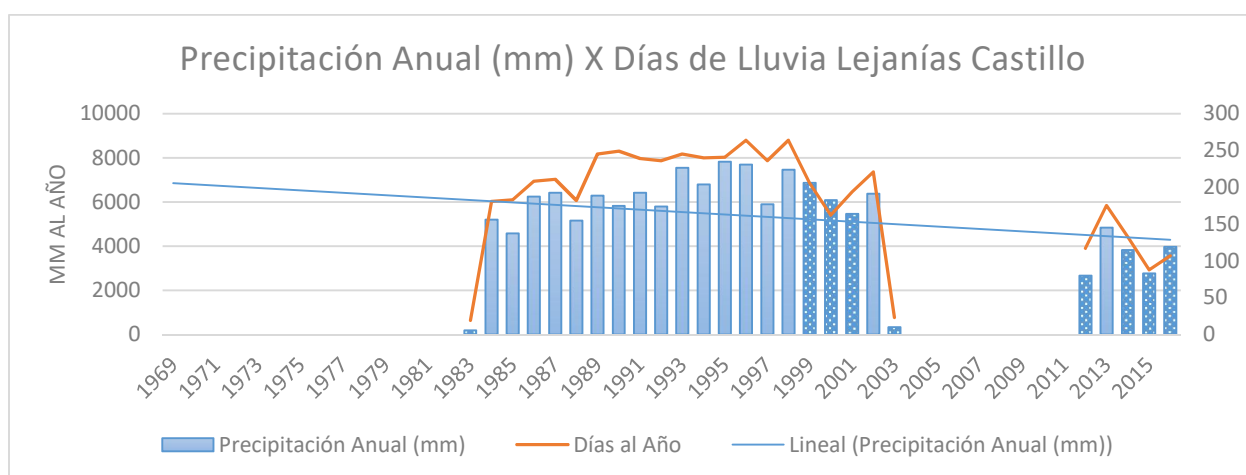


Figura 9. Precipitación anual (mm) por días de lluvia en cada estación

La figura 9, cuenta con dos ejes verticales, el eje vertical primario representa los milímetros de precipitación anual y el eje vertical secundario representa los días de precipitación al año para cada una de las estaciones, además los años con información incompleta se indicaron con barras azules con puntos de blancos.

A pesar de que la estación Lejanías Castillo presento los mayores niveles de precipitación como lo indica la figura 8, La tendencia en la precipitación anual de la estación desde el momento de su instalación presento más bajas que alzas en los niveles de precipitación registrados hasta los primeros meses del año 2003, año en el que se dejó de generar reportes hasta el año 2012, se concluye que tanto la precipitación como los días de lluvia por año presentaron una tendencia a la baja.

La estación Mesa de Yamanes es la más antigua de las tres estudiadas y por ende la que contiene la información más valiosa en cuanto a la continuidad y veteranía de sus registros, esta estación ha presentado una leve tendencia al alza del registro de la precipitación anual desde al año 1969 hasta el 2016 su aumento es de 500 mm aproximadamente, así mismo, se presentó una leve alza en los días de lluvia registrados por la estación desde la fecha en que entro en funcionamiento.

La estación aguas claras fue la última de las tres estaciones en ser instalada, a su vez, también ha sido la que ha generado los reportes más estables, muestra de ello es que solo presento ausencia de información en los primeros 3 años de funcionamiento, la tendencia de los reportes emitidos en la estación son al alza tanto para los reportes de precipitación anual como para los días de lluvia al año.

Los reportes reflejan una disminución en la precipitación en la misma medida en que la estación se encuentre más lejos de la cadena montañosa, es decir, la estación Lejanías – Castillo cuenta con un régimen de lluvias por debajo de 7850 mms y los 264 días de lluvia, la estación Mesa de Yamanes está por debajo de los 4109 mms y los 198 días de lluvia, por último la estación Aguas Claras está por debajo de los 3653 mms y los 191 días de lluvia.

6.1.3 Valores Totales Mensuales de Precipitación 2011-2016

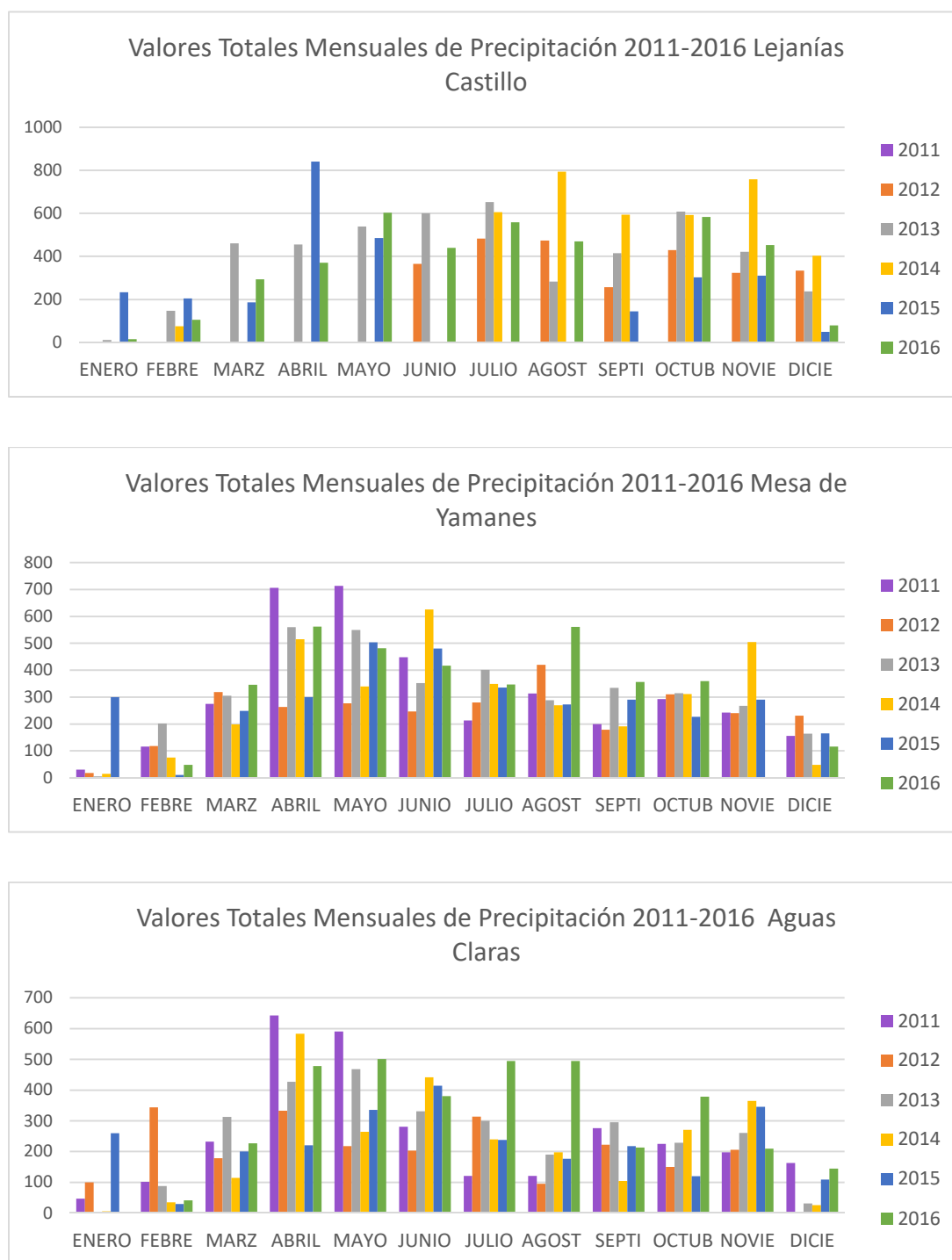


Figura 10. Representa los valores totales mensuales de precipitación para el periodo 2011-2016 en las estaciones Lejanías Castillo, Mesa de Yamanes y Aguas Claras

La imagen que representa los Valores Totales Mensuales de Precipitación 2011-2016 en la estación Lejanías Castillo, el año 2013 evidencio un constante registro lluvias en cada uno de los meses, 2014 es el año que registro mayores de niveles de precipitación especialmente de Julio a Diciembre, el año 2016 también presenta valores considerables en cada mes, por otro lado los años 2011, 2012 y 2015 presentaron bajos niveles de precipitación, cabe recordar que durante estos años se presentó ausencia de información.

Por otro lado, la imagen de Valores Totales Mensuales de Precipitación 2011-2016 en la estación Mesa de Yamanes. En su orden el año 2013 presenta los mayores niveles de precipitación, seguido del año 2011 y 2016, 2014 y 2015 también presentan un buen régimen de lluvias, por el contrario el año 2012 presenta su pico más alto únicamente en el mes de Agosto, en general su reporte es inferior comparado con los otros años.

Los Valores Totales Mensuales de Precipitación 2011-2016 de la estación Aguas Claras, el año 2016 presento constantemente altos valores de precipitación, los más evidentes se registran en los meses de Abril, Mayo y Julio Agosto, así mismo el año 2011 presento sus picos más altos en Abril y Mayo, seguidamente se encuentra el año 2013 con unos registros de precipitación constante cercanos por encima de los 200 mm, por ultimo 2015 y 2014 son los años que presentaron el registro más bajo en comparación con los otros años.

En el año 2015 se presentó el fenómeno del niño los registros no evidenciaron grandes diferencias entre este y los demás años graficados. Por otro lado, las gráficas de cada estación evidenciaron un aumento de la precipitación entre los meses de Abril a Julio y disminuyo en los meses de Agosto y Septiembre, esta tendencia es repetitiva en cada uno de los años, lo cual es característico del régimen de lluvias bimodal.

6.2 IMÁGENES SATELITALES DEL CAMBIO DE COBERTURA DISPONIBLES (1969-2016)

6.2.1 Coberturas encontradas

Tabla 1. Coberturas encontradas en el área de trabajo

Cobertura	Descripción
Casco urbano	Conjunto de viviendas agrupadas y habitadas por los ciudadanos del Municipio de Lejanías Meta.
Cauce	Comprende el área por donde se evidencia que el caudal del río ha pasado en un determinado momento.
Caudal/Brazo	Corriente de agua que se evidencia claramente en la imagen satelital.
Playón	Formación de suelo en medio de la corriente del río con vegetación reducida, abundante o utilizada para explotación agrícola y ganadera.
Bosque	Comprende el área con vegetación nativa en la margen norte y sur del río Guape sector Puente Cubillera para el año 1969.
Deforestación	Comprende la tala indiscriminada de vegetación nativa en la margen norte y sur del río Guape sector Puente Cubillera en 1969 y 2010.
Lago	Representa mayormente los lagos contruidos para la explotación piscícola en el sector Puente Cubillera 2010, 2011, 2014 y 2015
Matorral	Área en la que se evidencia crecimiento y desarrollo de plantas como pastos, malezas con árboles de baja, mediana y gran altura.
Potreros	Caracterizada por el crecimiento de pastos naturales o mejorados para la alimentación de bovinos y equinos.
Cultivo Perenne	Comprende cultivos como los cítricos (naranja, mandarina, limón y guayaba), aguacate, zapote, cacao, café y maderables.
Cultivo Estacional	Comprende los cultivos que se cosechan cada semestre, entre los que se encuentran arroz, maíz amarillo o blanco y soya.
Cultivo Anual	Comprende los cultivos que se cosechan al año o un poco más como el plátano, la yuca y la maracuyá
Suelo Descubierto	Comprende suelos mecanizados, quemados, fumigados, formación rocosa o descubiertos de material vegetal sin razón aparente.

6.2.2 Imágenes satelitales sector Puente de la Reconciliación (Lejanías)

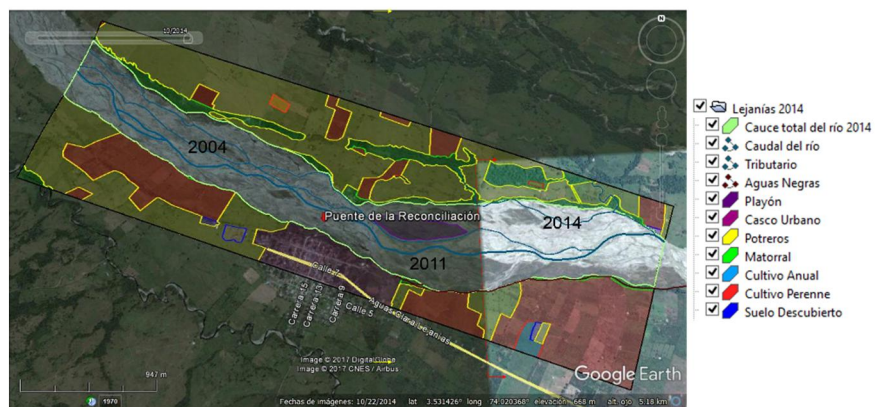
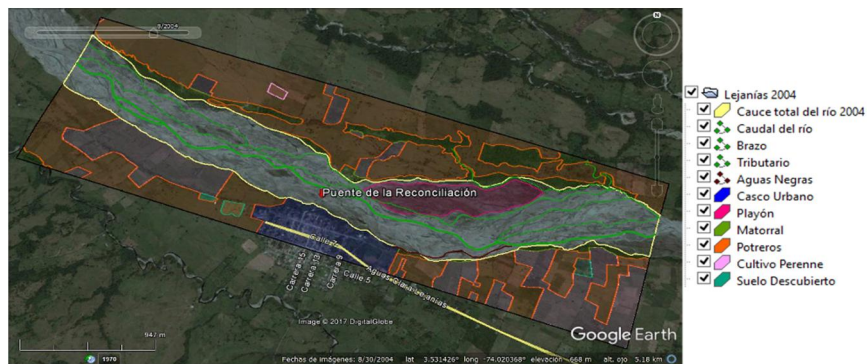


Figura 11. Imágenes satelitales del área de investigación en Lejanías – Meta, años 1969, 2004, 2011 y 2014.

La figura 11, muestra la imagen satelital del área seleccionada sobre el puente La Reconciliación en el municipio de Lejanías, para el año 1969 el puente no existía. El área seleccionada en el Municipio de Lejanías ha sufrido cambios bastante drásticos desde que se tiene reportes en imágenes satelitales, a excepción del casco urbano que ha reflejado un crecimiento bastante lento. Para el año 1969, se evidenciaba grandes zonas de matorrales, en la imagen es notoria las áreas con suelo descubierto dentro y en límites con los potreros.

La imagen de 2004 (35 años después), evidencia la obra pública de mayor importancia para los municipios de Lejanías y El Castillo, el Puente de La Reconciliación, el casco urbano presento una pequeña expansión, se identifica la ruta de evacuación de las aguas negras del casco urbano, además es notoria la disminución de los matorrales y de los potreros, por el contrario se evidencio la sustitución de estos por cultivos perennes.

La imagen satelital que corresponde al año 2011 refleja un corte unos metros abajo del puente, la cual se indica con una línea vertical de color amarillo, por lo que el análisis se realiza únicamente sobre ese sector teniendo en cuenta que de la línea amarilla hacia arriba contiene la misma información que representa la imagen del año 2004. Se evidencio una pequeña área con un cultivo anual, las zonas de pastoreo fueron reemplazadas casi en su totalidad por cultivos perennes como naranja (tangelo y valencia), limón (castilla y Tahití), mandarina y guayaba.

Por último, para la imagen del 2014 se reflejan cortes de tres fechas diferentes, en la que se identifica el año 2004 y 2011, además de una mínima parte de la imagen que corresponde al año 2014 comparada con el resto del área de estudio. Se evidencio una drástica sustitución de los cultivos de naranja, mandarina y guayaba por el cultivo de aguacate.

6.2.3 Imágenes satelitales sector Puente caído de la Cubillera (Granada)

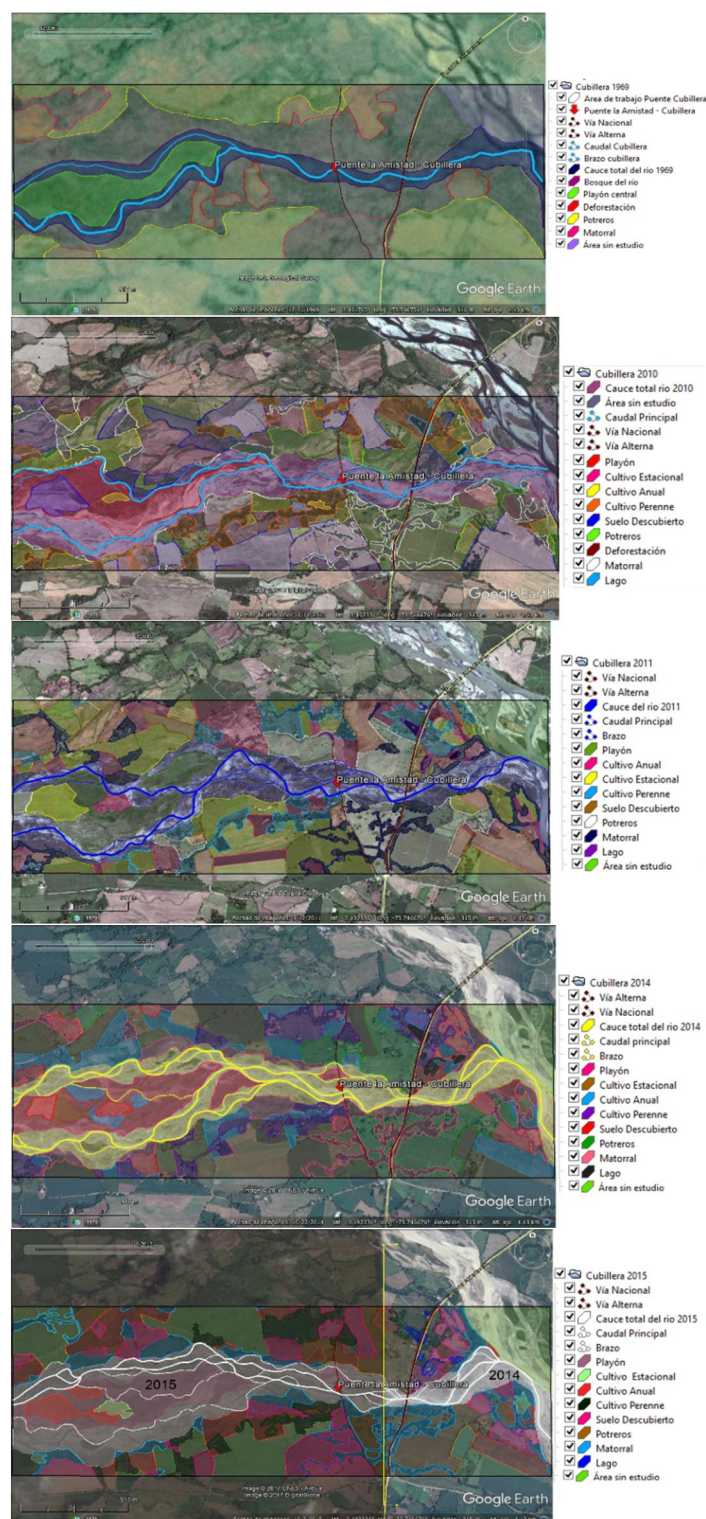


Figura 12. Imagen satelital del área de investigación en Granada – Meta, años 1969, 2010, 2011, 2014 y 2015.

La figura 12, refleja la imagen satelital del área de estudio en el municipio de Granada sobre el sector del puente de la Cubillera, la imagen del año 1969 se evidencio la ausencia de un puente, el uso de suelo estaba destinado a potreros, un gran margen de bosque y matorral a cada lado del río y se evidencio procesos de deforestación. Se elaboró un polígono como área sin estudio, debido a que se encuentra en un punto de influencia directa del río Ariari.

La siguiente imagen se tomó en el año 2010 (41 años después), periodo en el cual se generaron muchos cambios en el cauce, el cambio de coberturas por el uso de suelo, la caída de un tramo del puente en la margen norte en el año 2005. Se evidencian cultivos estacionales, anuales y perennes, el playón principal ya presentaba procesos de explotación agrícola.

Se notan grandes áreas de suelo descubierto por los terrenos mecanizados después de la recolección de la cosecha, esta coincide con la fecha de la toma de la imagen (01-14-2010). Igualmente se evidencio la presencia de pequeños pozos dedicados a la explotación piscícola y se resalta drásticamente la desaparición de la zona boscosa que se encontraba a cada lado del río.

Para el año 2011, muestra un uso de suelo relativamente estable, es decir, que se ha mantenido una vocación agrícola, ganadera y piscícola en los mismos espacios, además se observa claramente como los playones identificados se convirtieron en un área de explotación agrícola y ganadera.

La imagen del año 2014, se conserva el uso de suelo para la explotación agrícola, ganadera y piscícola e incluso en el playón más extenso se construyó una vivienda, la desaparición de las pequeñas islas que se encontraban en la desembocadura del río. Por otro lado, se evidencia la caída del terraplén del puente sobre la margen sur del río.

La imagen de 2015, muestra como el uso de suelo es estable, se genera una rotación entre los cultivos, se continúa explotando el playón, ya se hace más evidente la presencia de los cultivos perennes especialmente de cacao.

6.2.4 Comparación de coberturas a través del tiempo en los sectores Lejanías y Granada.

Tabla 2. Área (km²) de cada cobertura a través del tiempo, sectores Lejanías y Granada.

Cobertura	Lejanías				Granada				
	1969	2004	2011	2014	1969	2010	2011	2014	2015
Casco urbano	0,276	0,358	0,358	0,358					
Cauce	2,465	2,382	2,597	2,62	1,121	1,431	1,775	1,722	1,885
Playón		0,304	0,095	0,095	0,475	0,534	0,446	0,629	0,481
Bosque					2,621				
Matorral	1,539	0,619	0,504	0,481	0,511	0,442	0,456	0,671	0,748
Deforestación					0,6	0,003			
Lago						0,025	0,033	0,035	0,035
Potrerros	3,075	2,749	2,472	2,461	1,79	1,051	0,837	0,776	0,731
Cultivo. perenne		1,05	1,424	1,426		0,609	0,598	0,591	0,616
Cultivo. estacional						0,794	1,386	1,46	1,039
Cultivo. anual			0,03	0,03		0,7	0,864	0,838	0,81
Suelo descubierto	0,15	0,043	0,026	0,035		1,567	0,759	0,408	0,782
Área sin estudio					0,388	0,352	0,352	0,379	0,381
Valor parcial	7,505	7,505	7,506	7,506	7,506	7,508	7,506	7,509	7,508
Corrección de error	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	-0,001	0,001	-0,002	-0,001
Valor total	7,507				7,507				

Casco urbano: el crecimiento del casco urbano en Lejanías presentó su mayor crecimiento entre el año 1969 al 2004, mientras las imágenes satelitales de los años siguientes evidencio una estabilidad. Por otro lado, en Granada no hay asentamientos poblacionales que se puedan denominar como un casco urbano.

Cauce y playón: el cauce del río Guape en Lejanías es mayor que el registrado en el área de investigación en Granada, cabe resaltar que independientemente de este dato en cada sector el cauce ha presentado una tendencia al aumento, dentro del área del cauce se identificaron los playones, para Lejanías a partir del año 2004, por esta razón el área del cauce es menor que en 1969, por su lado en el área de Granada se evidencia variación inestable, como resultado del desplazamiento de las corrientes de agua.

La determinación del área en Km² tanto para el cauce como para el playón se obtiene así:

Cauce: $AC = \text{area total del cauce} - \text{area total de playón}$

Esta fórmula se aplica para conocer el área total del cauce libre de playón para cada sector y año analizado.

Playón: $AP_{neto} = \text{playón}_1 + \text{playón}_2 \dots$ $APT_{Km^2} = AP_{neto} - \text{uso de suelo}$

El área de playón neto (AP_{neto}) es la sumatoria del área en km² de cada uno de los playones hallados en cada imagen satelital, para hallar el área total de playón (APT) se resta el área de playón neto menos el uso de suelo (cultivo anual o cultivo estacional) que se le esté dando para cada año.

Bosque: en las imágenes satelitales solo se logró evidenciar bosques en el año 1969 en Granada, los años siguientes ya reflejaban un gran avance en materia agrícola, pero una notable disminución de los recursos naturales. Así mismo, en Lejanías no se identificaron bosques o parches que indicaran su existencia en ninguna de las imágenes analizadas.

Deforestación: en Lejanías no se reflejaron procesos de deforestación en ninguna de las imágenes, pero la existencia de los potreros es un indicativo de que los bosques fueron sustituidos por estos, por su lado, en Granada se reflejaban los primeros indicios de la mano del hombre hacia 1969, ya la siguiente imagen reflejo un

drástico cambio en las coberturas, presentando una tendencia al alza de los procesos agrícolas y a su vez una notable tendencia a la baja de recursos naturales como los bosques.

Lago: en Lejanías no se evidencian lagos naturales o artificiales para la explotación piscícola, por su parte en Granada se evidencia una tendencia al aumento de la explotación piscícola desde el año 2010.

Matorral: en Lejanías se presenta una notable tendencia a la baja de estos recursos, mientras en Granada refleja una variación inestable para cada año, sin embargo su tendencia ha sido al alza desde 1969.

Potrereros: las áreas de pastoreo han presentado una tendencia a la baja en Lejanías y en Granada, esto se ha dado principalmente por el cambio de uso de suelo.

Cultivo Perenne: en Lejanías se evidenció una tendencia al alza a partir de la imagen satelital del año 2004, en Granada se evidencian a partir del año 2010 con una variación alcanzando una leve tendencia al alza.

Cultivo Estacional: en el municipio de Lejanías no reflejan cultivos estacionales en ninguno de los años analizados, en Granada se reflejan cultivos estacionales desde el año 2010 con una tendencia al alza hasta el año 2014 y una leve baja hacia el año 2015.

Cultivo Anual: presenta una leve tendencia al alza en Lejanías desde el año 1969 y presentando estabilidad para los años 2011 y 2014, en Granada se evidencia el crecimiento del área utilizada para los cultivos anuales presentando una tendencia al alza desde 1969 y una leve disminución para el año 2015.

Suelo Descubierta: en el Municipio de Lejanías se evidencia un alza de los suelos descubiertos, en el Municipio de Granada se evidencia la presencia de suelos descubiertos desde el año 2010, las cuales reflejan una variabilidad ligada a la presencia de cultivos estacionales y anuales con un alza hacia el año 2015.

Área sin estudio: esta es una zona específica en el área de trabajo en el sector de Granada, se denomina así, porque comprende el área de influencia directa del río Ariari, este a su vez es quien recepciona el caudal de su tributario el río Guape.

6.3 IMÁGENES SATELITALES DEL DESPLAZAMIENTO Y DEL ÁREA TOTAL DEL CAUCE DISPONIBLES

6.3.1 Imágenes satelitales desplazamiento y área total del cauce (Lejanías)

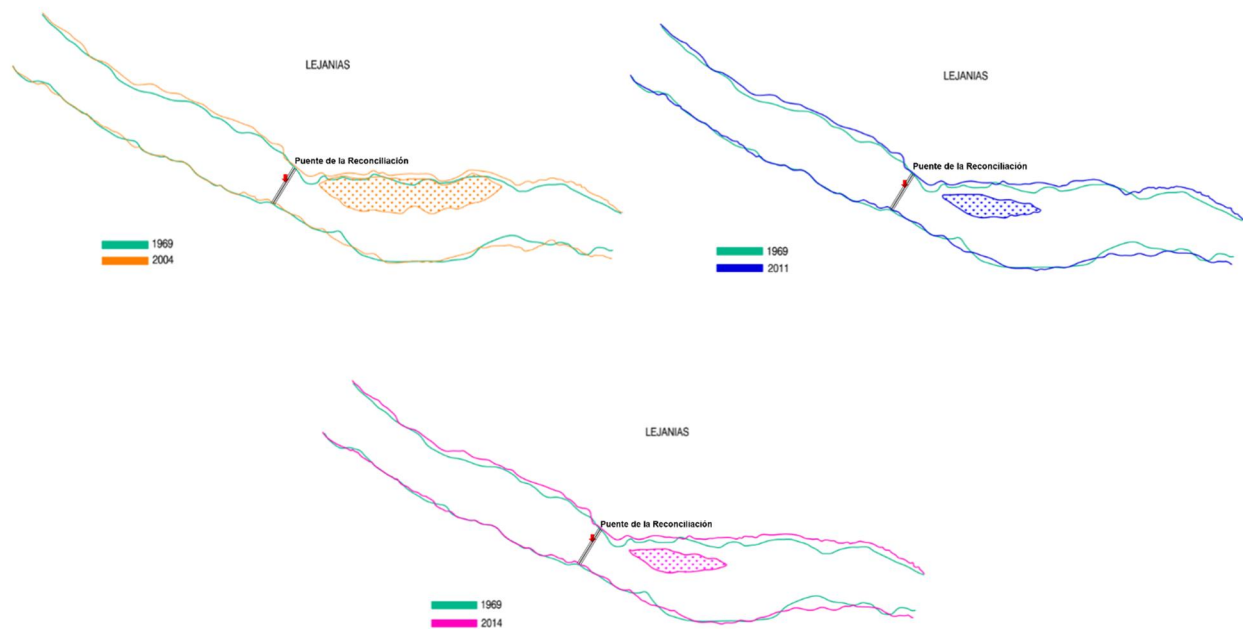


Figura 13. Comparación visual del desplazamiento del cauce 1969-2004, 1969-2011 y 1969-2014.

Para identificar en la imagen el desplazamiento del cauce el área seleccionada en el Municipio de Lejanías se identifica el año 1969 con el color azul aguamarina, el año 2014 color mostaza, el año 2011 con el color azul y el 2014 con el color fucsia, el área seleccionada con puntos refleja los playones identificados para cada año.

Es así como para el año 1969, la calidad de la imagen satelital no permite identificar claramente la presencia de un playón, pero se puede delimitar el perímetro por donde recorren sus aguas para tenerle como base con respecto a los años siguientes.

Para el año 2004, se evidencia la presencia de un gran playón y un aumento del área del cauce, lo que indica una tendencia al alza debido al desplazamiento del cauce hacia el margen norte, ocasionado por los procesos de erosión como resultado de la fuerza y el desplazamiento del agua.

Para el 2011, se evidencia claramente que el tamaño del playón disminuyó, así mismo, se evidencia una tendencia al alza en el desplazamiento del cauce hacia el margen norte y en la parte baja hacia el margen sur.

Finalmente para el año 2014, los impactos de la erosión ocasionada por el agua se continúan evidenciando hacia la margen norte del río con una tendencia al alza, además de los cambios presentados en la parte baja hacia el margen sur, así como, la conservación en el tamaño del playón.

Tabla 3. Área (km²) del cauce del río y sus playones a través del tiempo, Sector lejanías.

Cobertura	Lejanías			
	1969	2004	2011	2014
Cauce	2,465	2,686	2,692	2,715
Playón		0,304	0,095	0,095
Total (cauce – playón)	2,465	2,382	2,597	2,62

6.3.2 Imágenes satelitales desplazamiento y área total del cauce (Granada)

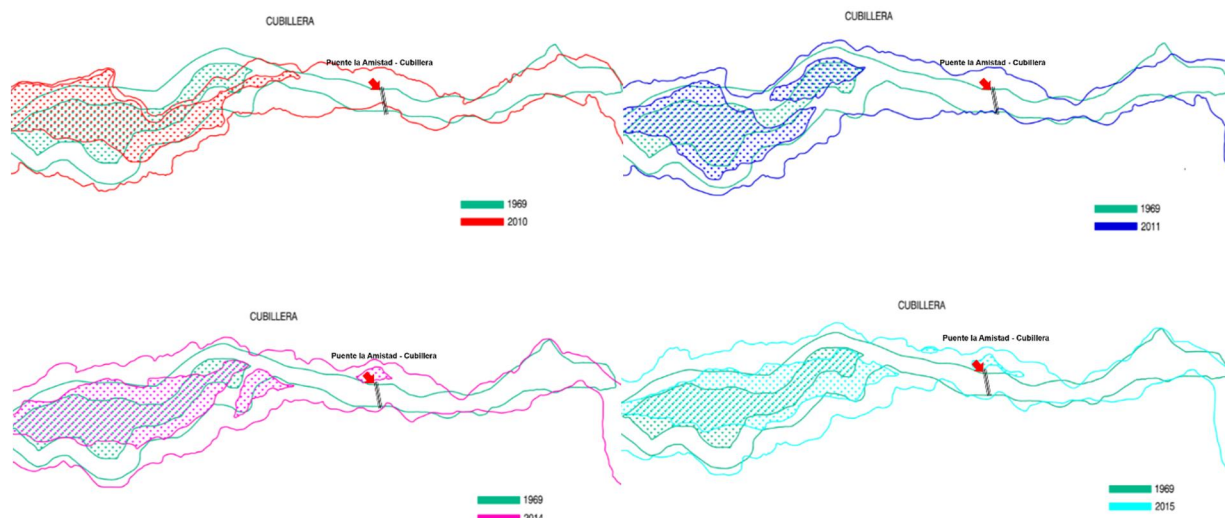


Figura 14. Comparación visual del desplazamiento del cauce 1969-2010, 1969-2011, 1969-2014, 1969-2015

Para identificar en la imagen el desplazamiento del cauce el área seleccionada en el Municipio de Granada se identifica el año 1969 con el color azul aguamarina, el año 2010 color rojo, el año 2011 con el color azul, el 2014 con el color fucsia y el año 2015 con el color neón, el área seleccionada con puntos refleja los playones identificados para cada año.

Para el año 1969, la imagen satelital permite identificar claramente el perímetro del cauce, además se identifica la presencia de un playón, el mapa que representa el año 1969 será la base para analizar el desplazamiento del cauce.

Para el año 2010 se evidencia un gran cambio en la forma, pues el cauce del río se expandió hacia las márgenes norte y sur a lo largo de su recorrido, además se presenta el aumento en el tamaño del playón como lo indica la línea de color rojo, así como el polígono identificado con puntos del mismo color, lo cual indica que tanto el desplazamiento como el tamaño del playón presentaron una tendencia aumentativa o al alza.

Se evidencia la división del playón más grande, lo cual hace que el área total del playón para el 2011 sea levemente inferior comparada con el área de 1969, además se nota claramente el cambio que ha tenido el cauce del río debido a que se expandió

hacia las márgenes norte y sur a lo largo de su recorrido entre el año 1969 al 2011, lo cual indica que el desplazamiento presenta una tendencia al alza, mientras el tamaño del playón presenta una tendencia a la baja.

Para el año 2014 se evidencia la división del playón, la formación de un nuevo playón, así mismo, una expansión moderada del cauce, así como la expansión del playón, lo cual indica una tendencia al alza tanto en el playón como en el cauce.

Finalmente la imagen correspondiente a 1969-2015 refleja una tendencia al alza en cuanto al desplazamiento del cauce tanto en la margen norte como la margen sur, mientras la disminución en el tamaño del playón refleja una tendencia a la baja.

Tabla 4. Área (km²) del cauce del río y sus playones a través del tiempo, Sector Granada.

Cobertura	Granada				
	1969	2010	2011	2014	2015
Cauce	1,596	1,965	2,221	2,351	2,366
Playón	0,475	0,602	0,617	0,794	0,689
Total (cauce – playón)	1,121	1,431	1,775	1,722	1,885

6.4 INFORMACIÓN RECAUDADA EN LAS VISITAS DE CAMPO

Se realizaron entrevistas a personas que viven sobre la margen norte y sur del cauce del río Guape en el sector del Puente de la Reconciliación en el municipio de Lejanías y el Puente caído de la Cubillera del municipio de Granada, las personas entrevistadas llegaron a los municipios aproximadamente desde 1940 y en la década del 80, otras son oriundas del municipio y residentes del área de investigación.

6.4.1 Información recaudada sector Puente de la Reconciliación (Lejanías)

Margen norte del río: esta zona es la que ha sufrido las mayores afectaciones debido a que la altura sobre el nivel del río está entre los 20 metros y los 15 metros de altura y a nivel del suelo el caudal principal está a menos de 40 metros de la margen sur, a pesar de contar con una gran roca que se extiende por unos 450 metros desde la parte superior del puente, solo ha permitido proteger de la fuerza de las aguas precisamente esa área, es desde ahí en adelante que se pueden percibir los efectos.

La pérdida de unos 100 metros del tramo de la vía que comunica esta zona veredal y el municipio del Castillo a mediados del año 2002, cabe resaltar que ese tramo ya se encontraba pavimentado, el puente a mediados de octubre del año 2004 sufrió la primer avería por la presión del agua, lo cual ocasionó que una pilastra cediera, en esa época se prohibió el tránsito de vehículos por el puente, por lo que las cosechas y la leche tenían que pasarla en mulas, además se agrega que el día 11 de julio del año 2014 fue la fecha en que el río derribó finalmente la pilastra que había cedido junto a una de placas del puente, dejando incomunicados nuevamente el municipio de Lejanías con el municipio del Castillo. Para esa misma fecha se presenta la pérdida de más de 15 hectáreas de terreno en Julio del año 2014 y el cual contaba con un cultivo de cacao en producción. Por otro lado, la incorrecta disposición de los escombros extraídos de la recuperación del puente fueron arrojados en los linderos de sus propiedades, lo cual, atrajo nuevamente las aguas del río, personas inescrupulosas

tomaron el sector como relleno sanitario arrojando toda clase de escombros que pueden ser peligrosos para los residentes aguas abajo. Por otro lado, los entrevistados coinciden en que los procesos de reforestación en el municipio de Lejanías no sirven por la altura de sus predios con respecto al caudal del río, además, indican que no van a poder recuperar las tierras que el río les arrebató.

Margen sur del río: en esta zona es tal vez donde menos se evidencia las afectaciones debido a que la altura sobre el nivel del río está entre los 80 metros y 25 metros de altura y a nivel del suelo el caudal principal está a más de 100 metros de la margen norte, algunos de sus habitantes comentan que 30 años atrás el río contaba con tres veces la cantidad de agua que hoy en día tiene, desde hace unos 15 años el río ha estado disminuyendo continuamente el caudal. Por otro lado, la disposición inadecuada de basuras y aguas negras del municipio no solo contamina el agua, sino que ha afectado la salud y los cultivos, debido a que el vertimiento de aguas negras del municipio se realiza en predios de la zona, generando proliferación de vectores, como zancudo, mosca y cucaracha.

Por otro lado, los entrevistados coinciden en que el clima ha variado muy poco pero que dicha variación se da es en el aumento de la temperatura, especialmente en épocas de verano, y que durante la época de invierno no se siente mayor cambio, pero cuando llueve, lo hace muy fuerte.

Tabla 5. Relación de pérdidas Puente Reconciliación – Lejanías

Impacto	Causa	Efecto	Observación
Aumento del caudal del río.	Mayor nivel de precipitación temporal o progresiva.	Pérdida definitiva de la bancada de la carretera que comunica al municipio de Lejanías con El Castillo.	2002: En su momento se habilito el paso por el potrero que lindaba con la vía y que a la fecha (2016) no ha sufrido nuevos daños.
		El aumento del	2004: En el mes de octubre se

		caudal ocasionó averías en la estructura del puente.	presentó hundimiento de una de las pilastras por la fuerza del agua.
		Destrucción de las pilastras del puente que habían cedido 10 años atrás.	2014: Para los días 10 al 16 del mes de Julio se presentó la caída de una de las placas del puente porque la fuerza del agua deterioró las pilastras que la sostenían.
		Pérdida de 15 hectáreas de terreno de una de las fincas con un cultivo de cacao en producción.	2014: Según el cálculo ofrecido vía telefónica por el propietario de la finca, las pérdidas superan los \$200.000.000
Contaminación del agua	Vertimiento de aguas residuales	Envenenamiento de aguas superficiales y subterráneas, disminución de la biodiversidad en la zona.	No existe plan de manejo integral de las aguas residuales por lo que éstas son vertidas al río Guape sin ningún tipo de tratamiento previo.

Los daños al puente ocasionó pérdidas económicas que según una entrevista otorgada por parte del Alcalde local Óscar Chaparro a (El Universal, 2014):

“Los cálculos que hemos hecho con el equipo de gobierno y los campesinos, muestran que semanalmente nuestros campesinos pierden más de 350 millones de pesos, teniendo en cuenta que son 2 mil toneladas de alimentos que sacan cada ocho días de sus fincas, y en este momento no hay cómo hacerlo”.

6.4.2 Información recaudada sector Puente caído de la Cubillera (Granada)

Antes de entender lo que ha sucedido en este sector es importante conocer un poco su historia. El tramo de la vía donde se encontraba el puente le permitía a los residentes utilizarla como vía alterna para su movimiento y el de maquinaria agrícola entre el área rural de Granada y el municipio del Castillo, alternativo a este puente también estaba construido el puente Guillermo León Valencia en la inspección de Puerto Caldas, el cual permitía la comunicación terrestre con los municipios de Lejanías, San Juan de Arama, Mesetas, entre otros, con Granada y el resto del país. Para el año 1994 se presentó la caída del puente Guillermo León Valencia, evento que incomunicó estos municipios con el resto del país, la caída de este puente sumado a la poca capacidad del puente de la Amistad, obligó a que se realizara la construcción de dos nuevos puentes, uno sobre el cauce del río Ariari y otro sobre el cauce del río Cubillera.

A diferencia del municipio de Lejanías el nivel del río se encuentra más cerca del nivel del suelo, por lo que las afectaciones son mayores, debido a que la altura sobre el nivel del río está entre los 5 metros y 0,30 metros de altura y a nivel del suelo los caudales pueden estar entre 200 a metros a los 0 metros de la margen norte o sur.

En esta área los residentes han ofrecido versiones encontradas sobre el cambio del cauce, mientras los más jóvenes aducen que el cambio se ha dado por la tala indiscriminada de árboles, las personas de la tercera edad dicen que es porque en esa época el río tenía mucha más fuerza por la cantidad de agua que tenía y por esa razón deforestó grandes cantidades de terreno a lado y lado del cauce.

Margen norte del río: los residentes de esta zona son personas oriundas y han visto de cerca el cambio a través del tiempo y comentan que el río sí ha presentado cambios notorios en el cauce, pero no por la disminución del caudal, sino por el contrario su aumento, debido a que las aguas del río que se dividían en tres cauces (Cubillera, Guape viejo y Guape sabana) y que recorrían ese territorio, fueron desviadas en donde termina la vereda el Pesuño de manera inescrupulosa hacia el cauce de la Cubillera. Esta obra se desarrolló por medio del contrato 195 del año 2012

de la Gobernación, por medio del cual, se pretendía distribuir de manera equitativa las aguas, pero se terminó desviando la mayoría del cauce hacia la Cubillera. La mayoría de los residentes de este margen del río se han visto afectados frecuentemente por las crecientes del río, lo cual les ha ocasionado pérdidas en sus predios, cultivos y en algunos casos animales, especialmente de corral.

Margen sur del río: los residentes de esta zona indican que el cambio en el caudal ha sido muy fuerte, pues siendo los habitantes más antiguos, mencionan que antiguamente el cauce era muchísimo más grande, por lo que en época de invierno el río podía arrasar con árboles de más de 100 años. Quienes han intentado recuperar sus tierras realizando procesos de reforestación, han perdido su tiempo, porque el río vuelve a retomar el cauce y a arrastrar con los terrenos recuperados.

Las crecientes del río han ocasionado graves efectos a bienes de uso público, como el caso del puente de La Amistad, como era llamado antes de convertirse en el puente caído de la Cubillera, por una parte los habitantes culpan a las administraciones del abandono y la falta de obras de mitigación, el río tumbó dos tramos del puente sobre la margen norte en el año 2005 y generó la caída del terraplén de la carretera a la margen sur en el año 2014. En cuanto al comportamiento del clima, argumentan que este ha presentado unos cambios muy fuertes, pues en época de verano las temperaturas altas son insoportables y en el invierno aunque no se siente mucho frío, la cantidad de lluvias es mayor en los últimos años.

Tabla 6. Relación de pérdidas Puente Cubillera – Granada

Impacto	Causa	Efecto	Observación
Agotamiento de recursos naturales	Explotación intensiva de recursos naturales	Tala de árboles, disminución de la biodiversidad, disminución de la barrera natural.	La tala indiscriminada que se presentó por parte de los colonos permitió la disminución de especies que equilibraban el ambiente, además del desplazamiento del caudal del río,

			afectando grandes extensiones de tierra.
Aumento del caudal del río.	Mayor nivel de precipitación temporal o progresiva.	Inundación más grande de la historia	1996: Según la descripción esta llegó aproximadamente hasta el límite del área de trabajo, pues la vía nacional impedía la evacuación de las aguas y eso hizo que estuvieran por varios días inundados.
		Caída de un tramo final del puente Cubillera	2005: El tramo ubicado en la margen norte del río
		Pérdida de terreno por 8 hectáreas del predio del Señor Justino Morales	2007-2008: Avaluadas en \$300.000.000, para lo cual su propietario realizó la solicitud ante catastro para dejar de pagar impuesto sobre la tierra perdida, la pérdida en cultivo fue de \$50.000.000, (aguacate y cacao)
		Pérdida de terreno por 5 hectáreas del predio del señor Rossevelt Gutiérrez Oviedo	2010: Avaluadas en \$150.000.000, dichas tierras estaban distribuidas en cultivos de yuca y plátano en proceso de crecimiento, valuados en \$50.000.000.
		Pérdida de terreno por 2 hectáreas incluida la vivienda del señor Misael Rojas	2013: Avaluadas en \$75.000.000 y cultivos de plátano, yuca y aguacate en producción valuados en \$55.000.000
		Caída del terraplén	2014: El tramo al cual se refiere

		del puente	es al inicial en la margen sur dejando totalmente aislado el puente. Después de la caída del puente se realizó un Jarillón con dragas con una medida aproximada a 500 metros.
--	--	------------	---

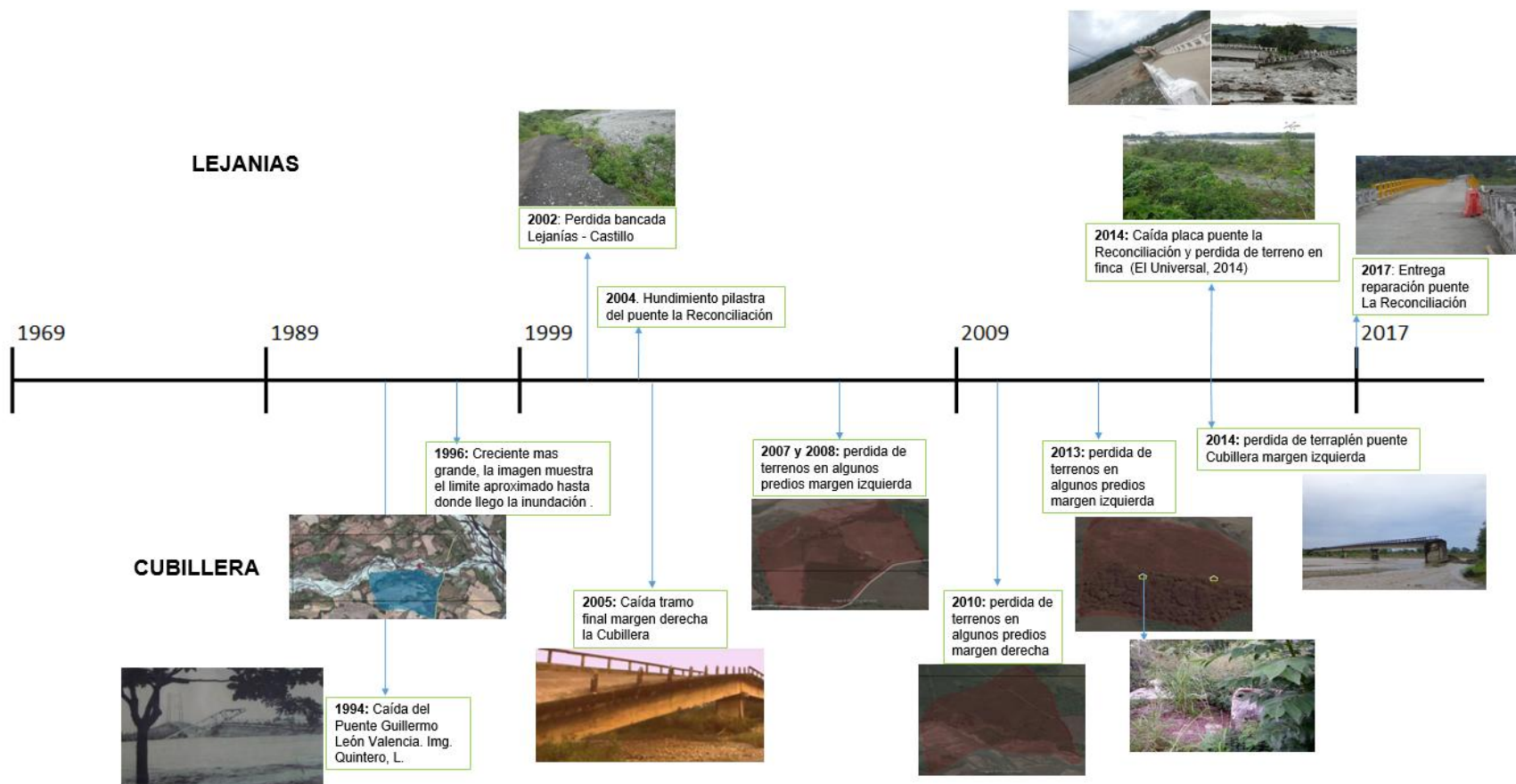


Figura 15: línea de tiempo con los hechos más representativos en las zonas de estudio.

7 ANÁLISIS DE RESULTADOS

7.1 Cambios presentados en el periodo 1969-2016 en los sectores de Lejanías y Granada.

El régimen de lluvias es claramente mayor para la estación Lejanías Castillo, seguida de la Mesa de Yamanes y por último Aguas Claras. Aunque la tendencia indica que entre más cerca este la estación de la cadena montañosa, mayores son los registros de precipitación anual y en días de lluvia, con respecto a las estaciones que se encuentran aguas abajo del cauce, estos mismos registros evidencian que la tendencia de la estación Lejanías - Castillo es a la baja, según los datos graficados en la figura 9 se evidencia que la principal causante de esta baja es la ausencia de información parcial o total, aunque en las estaciones Mesa de Yamanes y Aguas Claras las ausencias de información no son tan grandes, se puede observar claramente en la misma grafica que su tendencia es levemente al alza.

La información faltante en la estación Lejanías Castillo es el complemento para comprobar si su tendencia también indicaría un alza, pues la mayoría de los efectos causados por el caudal del río se presentaron justamente después del año 2002, lo cual se refleja en los cambios presentados en el cauce del río y es ratificado en las entrevistas con los residentes e información recopilada en internet como se representa en la línea de tiempo figura 15.

Las tres estaciones se caracterizan por presentar unos valores mensuales totales con un régimen de lluvias bimodal, lo cual concuerda con las investigaciones de (Arango, C., Dorado, D., & Ruiz, 2012) en el cual indican un régimen monomodal para la mayor parte de la Orinoquia, cabe resaltar que esta se hace a nivel regional y no por estación, como se presenta en esta investigación.

(Arango, C., Dorado, D., & Ruiz, 2012) Indican en su artículo que en la Orinoquia predominan las lluvias altas de 2000 a 3500 mm en su parte central y Oriental, aun

cuando hacia el piedemonte pueden observarse hasta 7000 mm y por el contrario en el extremo Norte de Arauca las lluvias pueden ser menores de 1500 mm, lo cual corrobora la información recopilada en las gráficas de valores totales mensuales, teniendo en cuenta que los mayores reportes están por debajo de 7850 mm, 4109 mm y de los 3653 mm, yendo de mayor a menor altura sobre el cauce del río.

Respecto a los cambios presentados en coberturas de los sectores estudiados de Lejanías y Granada, el más evidente se ha identificado en el municipio de Lejanías: mientras el uso de suelo por la explotación ganadera ha disminuido, el área que comprende la explotación agrícola con cultivos perennes ha ganado terreno durante los últimos años, cabe resaltar que este tipo de cultivos se destacan por la producción de cítricos, pero por el aumento de las plagas se está presentando una transición hacia el cultivo de aguacate, el cual, en palabras de una de las entrevistadas “es más rentable, requiere menos cuidados y se disminuye el uso de insumos agrícolas”.

Por otro lado, Granada ha presentado un uso de suelo relativamente estable a partir del año 2010, en el que se destacan los cultivos perennes, cultivos estacionales, cultivos anuales y la ganadería; además se destaca que el aprovechamiento del suelo para la explotación agrícola y ganadera está estrictamente ligado con el régimen de lluvias en la zona, pues de esta forma logran obtener mayores beneficios en cuanto a la producción y recolección de las cosechas. Se destaca que aunque el área de bosques desapareció totalmente por los procesos de deforestación para explotación ganadera y agrícola antes del año 2010, en la comparación de coberturas a través del tiempo, el área de matorrales ha aumentado progresivamente, lo cual es un punto a favor de la naturaleza.

En el área seleccionada en el municipio de Granada se evidencio la construcción de pozos para la explotación piscícola, pero estos no representan una gran mayoría dado que el pozo más grande nunca ha sido utilizado y otros dejaron de ser explotados, la comercialización de los pescados obtenidos en los criaderos se destinan básicamente para el consumo de los turistas que visitan el sector.

El uso de suelo en cuanto al cambio de coberturas tiene sus aspectos positivos y negativos:

Positivos: la implementación de cultivos perennes como el cacao que tiene la posibilidad de convertirse en un ecosistema pues este necesita del sombrío de otras especies, lo cual favorece el aporte de materia orgánica al suelo, puede disminuir el consumo de agua ya que la misma materia orgánica producida favorece la retención de humedad y desde luego contribuye a la restauración o creación de nuevos hábitats para especies nativas, migratorias y que se encuentren en peligro de extinción, por otro lado también se encuentran el aguacate, zapote y los cítricos, que también generan su aporte en el mejoramiento de la calidad del aire realizando capturas de CO₂ o de otros contaminantes presentes en el entorno.

Negativos: la mecanización semestral a la que es sometida el suelo para la plantación de cultivos causa compactación de los horizontes del suelo disminuyendo de esta manera la capacidad de oxigenación, infiltración y los diferentes organismos que viven en él, cuando el suelo se satura o excede su capacidad de retención de agua se genera la escorrentía superficial, esta transporta la materia orgánica superficial, sedimentos y residuos de contaminantes químicos utilizados en las cosechas hasta encontrar una corriente mayor que lo lleve a un afluente cuando esto no sucede se forman acumulaciones de agua que al no poder depurar con facilidad empiezan a desarrollar algas o musgos como resultado de los procesos de eutrofización, las escorrentías superficiales ocasionan una disminución de la calidad del suelo y desde luego de las cosechas, cabe recordar que la función de la materia orgánica superficial es proteger al suelo y después de las escorrentías probablemente se presenten procesos de volatilización de sus compuestos.

Ante la ausencia de bosques naturales tanto en Lejanías como en Granada es un gran alivio encontrar áreas con matorrales que de una u otra forma son el principio a la formación de bosques, pero un matorral no sustituye en su ser a un bosque natural, pues estos guardan historia, gran diversidad de ecosistemas, alimento, refugio y la posibilidad de la conservación de especies animales y vegetales nativas en vía de extinción, cabe recordar que cada árbol significa una esperanza de vida, si se tiene en

cuenta la cantidad de materia orgánica que ofrece un árbol, sin duda alguna un bosque ofrece más, ahora para el caso de Lejanías es delicado porque no hay una barrera natural que contribuya al sostenimiento del suelo ante eventuales movimientos de tierra, la disminución de la capacidad retención de agua lluvia, la capacidad de disminuir del impacto en el suelo por la erosión causada volatilización de sus compuestos por la acción del aire o por las escorrentías subterráneas y superficiales que contribuyen al empobrecimiento del suelo si este se satura.

Es claro que un matorral se constituye también de forma natural cuando la mano del hombre no interfiere en su proceso desarrollo, aunque los beneficios ofrecidos son inferiores a los otorgados por un bosque natural, este también permite el sostenimiento de especies nuevas o nativas, en Lejanías se está presentando una disminución en el área de matorrales en parte por la expansión de cultivos perennes o por áreas de pastoreo, en Granada según los resultados de las entrevistas y la figura 16 estos procesos de deforestación se están presentando para la expansión de potreros y áreas de cultivo, esto conlleva a que se genere una disminución en los procesos de recuperación y procesamiento de contaminantes derivados de la agricultura y la ganadería.

La medición del área de matorrales en el sector de Granada evidencia un crecimiento hasta el año 2015, lo cual es bueno porque generan una ligera recuperación del entorno en cuanto a la calidad del aire porque estas plantas cuentan con mucho follaje que a su vez contribuyen al procesamiento de los contaminantes volatilizados, además absorben el agua contaminada proveniente de escorrentías y permiten el aumento de la capa de materia orgánica, estos también constituyen una fuente de alimento para especies que pueden utilizar estas áreas como hábitat permanente o provisional en el caso de las especies migratorias

Por medio de las visitas de campo se pudo identificar que en la actualidad se están llevando procesos de deforestación especialmente en el potrero más grande del sector de puente caído de la Cubillera en Granada Meta, aunque residentes de la comunidad han manifestado su inconformismo ante las autoridades ambientales, esta

problemática no ha tenido una solución que evite la tala indiscriminada de árboles, en especial los que están en la ronda de un pequeño afluente.



Figura 16. Fuente el Autor. Deforestación en el sector del Puente Caído de la Cubillera

El desplazamiento del cauce es el resultado de sucesos naturales y antrópicos entre ellos se han identificado como posibles causantes el aumento en el nivel del caudal del río, este a su vez es ocasionado por el aumento de las precipitaciones en la parte alta de la montaña y el aumento del caudal de los tributarios, además el desgaste natural ejercido por las brisas ante la ausencia de barreras naturales que lo protejan, también ejercen gran influencia la mecanización y explotación agrícola hasta su límite con el río esto hace que los horizontes del suelo se debiliten y no resistan los procesos erosivos ante el aumento del caudal.

El aumento progresivo del área de desplazamiento del cauce se presenta año a año según lo reflejado por las imágenes satelitales de uso de suelo, desplazamiento y área del cauce y la información recopilada con los residentes, teniendo en cuenta la tabla 3, para el año 1969 el área del cauce en Lejanías era de 2,465 Km² y para el 2014 fue de 2,715 Km², la tabla 4 indica que en Granada para el año 1969 el área del cauce era de 1,596 y para el año 2015 fue de 2,366.

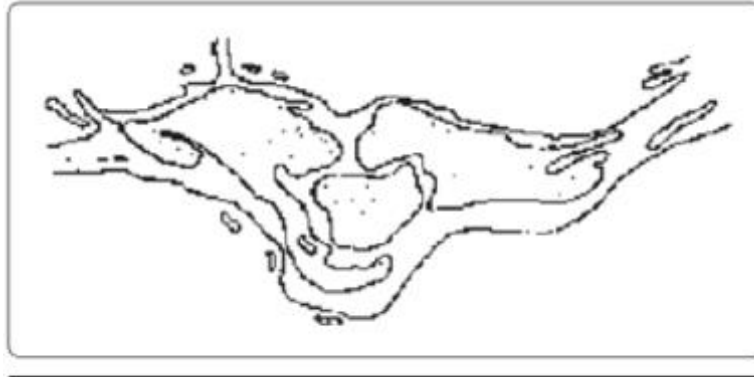
$$\text{Lejanías: } 2,715_{\text{Km}^2} - 2,465_{\text{Km}^2} = 250_{\text{Km}^2} / 45_{\text{años}} = 5,6 \text{ Km}^2 / \text{año}$$

$$\text{Granada: } 2,366_{\text{Km}^2} - 1,596_{\text{Km}^2} = 770_{\text{Km}^2} / 46_{\text{años}} = 16,7 \text{ Km}^2 / \text{año}$$

En Lejanías la expansión y desplazamiento del caudal dentro de su cauce ha tenido una variación lenta pero creciente de 5,6 Km²/año, La razón por la cual no se han presentado mayores cambios está relacionada con el hecho de que el nivel del suelo con respecto al caudal principal está por encima de los 15 metros de altura, además cuenta con una formación rocosa que le protege de las corrientes. Granada ha presentado un alto crecimiento de su cauce anual, llegando a 16,7 Km²/año, una tasa de crecimiento tres veces mayor a la de Lejanías y aunque el área del cauce en Lejanías es mayor que la de Granada desde el año 1969, es muy posible que a diciembre del año 2017 el área este por encima de 3,500 Km², lo cual evidencia la preocupación de los vecinos del sector de la Cubillera en Granada.

Cabe resaltar que el río nace en el área de influencia del Páramo de Sumapaz como lo indica la figura 5 y que el aumento del caudal del río puede ser ocasionado por las precipitaciones temporales o progresivas presentadas allí más las registradas por las estaciones meteorológicas, por lo tanto, lo que suceda en esta zona también ejerce una gran influencia en el comportamiento del cauce y en los efectos que este puede causar.

La fuerza de gravedad ejerce una gran influencia en el comportamiento del cauce debido al grado de inclinación, esta es la razón por la cual los ríos corren desde la parte alta de su nacimiento hasta llegar como tributario a la corriente del río Ariari, esta característica hace que se aumente el desplazamiento del cauce, para el caso del río Guape se evidencia una formación trenzada y que según (Ochoa, 2011, p. 388) un río se subdivide en un cierto número de brazos, dando origen a la formación de islas, islotes, barras, etc. Como lo muestra la figura 17 citada en el mismo artículo.



▲ **Figura 2.30** Río trenzado.

Figura 17. Forma de un río trenzado

Pero, ¿Por qué el río toma esta forma? La forma trenzada la toma por la acumulación de sedimentos en el fondo desde el caudal medio hacia abajo, esta acumulación permite que se formen las islas o playones, los cuales se fortalecen por el crecimiento de vegetación especialmente en época de verano, cuando las corrientes de agua no generan impactos sobre los islotes formados.

Según (Ochoa, 2011, p. 634) los islotes aparecen cuando el cauce de un río se encuentra recargado de sedimentos de fondo. En todo el ancho del río se deslizan, no precisamente barras aisladas que ocupan toda la sección, sino macrodunas (mesoformas) ubicadas de manera desordenada. Estos cúmulos de sedimentos se secan en verano y forman islotes y entre ellos aparece un gran número de brazos a lo largo de los cuales transita el caudal de verano. Cuando el verano se prolonga y el cauce es relativamente estable, los islotes se fortalecen con vegetación y lentamente se convierten en islas. Así, se forma un río trenzado, con muchos brazos.

En su libro, (Ochoa, 2011, p. 103) La mayoría de los ríos disminuyen el valor de su pendiente longitudinal a lo largo de su recorrido y, por este concepto, también se reduce el esfuerzo cortante. Sin embargo, este último puede aumentar en razón del aumento del radio hidráulico en dirección hacia aguas abajo. En general, los ríos de montaña poseen pendientes superiores a 0,005 (0,5%); los de pie de monte exhiben pendientes entre los 0,001 (0,1%) y 0,005 (0,5%) y en los ríos de llanura la pendiente es inferior a 0,001 (0,1%). Esa información corrobora la recopilada en la figura 2, en la

que se evidencia que en la parte alta la pendiente es superior a 0,5% y disminuye sucesivamente hasta su desembocadura.

7.2 Causas y efectos de los cambios en el cauce del río Guape sobre las comunidades ribereñas

Causas

El mayor nivel de precipitación temporal o progresiva ha impactado especialmente en el área de estudio de Granada, teniendo en cuenta que el nivel del suelo en sectores se encuentra al mismo nivel de la corriente de agua por la pendiente del cauce demostrado en la figura 2, en la que se evidencia el perfil de elevación de la mayor parte del cauce del río Guape. Sumado a esto y corroborando los aportes de los entrevistados que indican que en Lejanías el caudal ha disminuido, mientras en Granada ha aumentado, esto se da porque la función del río recibir las corrientes de otros tributarios como los caños y drenar las aguas lluvias de los terrenos que le rodean más el caudal que proviene desde Lejanías.

Por su parte, el caso de la universidad de la sabana tiene datos relevantes que se citan como punto de comparación teniendo en cuenta que el claustro se inundaba cada vez que el río crecía, debido a que dicha construcción quedo por debajo de la cota del río, es decir, la construcción está por debajo del nivel promedio del río como lo indica (Bernal, 2011) en su artículo. La construcción de un nuevo muro corrigió la problemática que se generaba en las crecientes del río Bogotá.



Figura 18. Instalaciones Universidad de la Sabana, Meandros y construcción en los límites de la ribera del río Bogotá (Bernal, 2011)

En la figura 18, se resalta con una línea delgada de color azul claro la presencia de un cauce o meandro abandonado dentro de los predios de la Universidad, además se resaltan las construcciones con polígonos de color rojo, según (Bernal, 2011) las distancias que se observan y se pueden medir en Google Maps muestran una distancia que rodea los 30 metros, ósea se respetó la ronda de 30m exigida inicialmente (aunque se supone que son 30m a partir del nivel máximo del río).

Si bien el casco urbano del municipio de Lejanías no se ha visto afectado por inundaciones provenientes de las aguas del río Guape, es preocupante el hecho de que exista un vertimiento de aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento previo, lo cual ha afectado a las comunidades que tienen sus predios cerca del lugar por donde corren las aguas residuales, como lo han informado por medio de las entrevistas, y se pudo verificar de manera personal en la visita de campo.

El vertimiento de aguas residuales en Lejanías está causando una problemática ambiental que no se ha valorado como tal, es evidente el alto grado de contaminación, pues los olores se perciben a una gran distancia en medio de los cultivos de aguacate, así como se registró fotográficamente, además de que se puede detallar la propagación de larvas de zancudo y el ruido que realizan en ese proceso de procreación.



Figura 19. Aguas residuales del casco urbano de Lejanías a su paso por la finca de la señora María, fuente el autor

El problema de contaminación del río Tunjuelo es precisamente por la incorrecta disposición de las aguas residuales en las microcuencas que surten este cuerpo de

agua, puntualmente la quebrada la Trompeta es quien genera las afectaciones a terceros y es por eso que se trae a relación, pues se pensaría que un Municipio pequeño como Lejanías no es comparable con el caso del Tunjuelo, en este caso la problemática amerita una solución o por lo menos un control sobre la causa y efectos que se generan.

Los vertimientos del alcantarillado doméstico e industrial, restos de animales muertos por actividades de matanza clandestina, la explotación minera y el botadero de basura en que ha convertido la misma población la quebrada la Trompeta terminan afectando los acuíferos del río Tunjuelo e interrumpen las conexiones por donde circulan las aguas subterráneas. A pesar que el río Tunjuelo está siendo monitoreado constantemente por la secretaria de ambiente de la ciudad, esto no ha impedido el descomunal maltrato que se le está ofreciendo a las quebradas que surten al río y éste a su vez al río Bogotá, basado en (Lagos, 2012).

El vertimiento de aguas residuales en el municipio de Lejanías, es claramente una violación a las leyes de protección ambiental y atenta a la salud de las especies de plantas y animales que puedan consumir el agua contaminada incluso las comunidades ribereñas que consumen el líquido o quienes en época de verano disfrutan de sus aguas para refrescarse y fabricar sus alimentos. Si bien es cierto que al comparar el caso con el río Tunjuelo no reviste la misma gravedad pero con el paso del tiempo y la falta de control, esta problemática puede llegar a ser la misma; es indispensable que desde el ente territorial y las Autoridades Ambientales Regionales y Municipales se tramite el cumplimiento de la legislación.

La explotación agrícola ha causado una notable disminución de los recursos naturales en cuanto a la disminución de la capacidad retenedora del suelo, la ausencia de barreras naturales que mitiguen el impacto de las crecientes del río, según la información obtenida en las entrevistas 60 años atrás el río contaba con bosques naturales con árboles de más de 12 metros de perímetro, estos fueron sujeto de los procesos de deforestación y algunos arrastrados por las corrientes del río, la ausencia

de estos reguladores de la calidad del aire y la temperatura sumado a otros factores son que contribuyen al aumento del calentamiento global.

Los procesos de cambio de cobertura se hacen evidentes en las imágenes satelitales obtenidas e independientemente de cual haya sido el origen de los procesos de deforestación estos terminaron por relegar las barreras de contención naturales que tenían las orillas del río para proteger los suelos de los procesos de erosión, este problema ambiental no es exclusivo del río Guape, pues según la información obtenida en (Lagos, 2012) en la quebrada la Trompeta también se presenta la disminución de la cobertura vegetal ante procesos de deforestación durante años.

Efectos

El aumento de las lluvias temporales o progresivas en el área de nacimiento del río más las registradas por las estaciones meteorológicas dan como resultado un aumento en el caudal de los tributarios y del río, lo cual, hace que los efectos por los procesos erosivos sean más evidentes, debido que se genera una inestabilidad en la corriente de agua al no contar con barreras naturales o artificiales que mitiguen a la fuerza del agua. Esto se hizo evidente en las figuras 13 y 14, que reflejan el desplazamiento del cauce y el aumento del área del mismo, lo cual desestabilizó las estructuras de los puentes y la pérdida total del puente de la Cubillera.

Las fuertes lluvias presentadas en el año 1996 ocasiono inundaciones en el sector de la Cubillera, la vía principal que comunica a Granada con San Juan de Arama obstaculizó la evacuación del agua represada y esto permitió que los predios permanecieran inundados por varios días, esta situación se corroboró de manera presencial pues la vía en mención solo tiene una alcantarilla por donde evacúa la corriente de agua de un pequeño afluente este caso es muy similar al presentado en la Universidad de la Sabana pues el aumento en la altura del muro evitó las inundaciones dentro de las instalaciones, pero inevitablemente esas aguas se desviaron hacia el margen contrario, lo cual aumenta las inundaciones e impactos sobre la zona.

Por otro lado esta situación es comparable con los efectos ocasionados por el aumento del caudal del río Bogotá y de la quebrada la Trompeta, pues en estos dos casos el aumento del caudal sumado a la fuerza de la corriente ocasiona inundaciones en las zonas aledañas a la universidad y en las viviendas que se encuentran construidas cerca de estas corrientes de agua, diferente es el caso para Granada y Lejanías, pues en estos sectores las viviendas se encontraban a más de 50 metros de la orilla del río, pero los procesos de erosión allegaron las corrientes hasta ocasionar la pérdida de algunas viviendas, además se genera una pérdida en los cultivos ya sea por los procesos de erosión o por la poca capacidad de infiltración de los suelos ocasionada por los procesos de compactación derivados de la mecanización, generando encharcamientos y pudrición de las cosechas.

Los efectos ocasionados por la incorrecta disposición de las aguas residuales en Lejanías está ocasionando la proliferación de insectos como mosca de la fruta, zancudos, cucarachas y mosquitos que han afectado cultivos como el de la guayaba, naranja y la mandarina, cultivos que durante los últimos diez años han sido reemplazados por cultivos como el aguacate que es más resistente a estas plagas. Lo que sí se puede asegurar es que los habitantes del área de influencia del vertimiento están en un peligro inminente pues la cantidad de insectos que se evidencian después de las 5 de la tarde pueden llegar a afectar seriamente su salud.

En Lejanías se están generando procesos de contaminación en agua, suelo y aire, por ahora no se conoce de industrias que puedan contaminar por la presencia de metales que puedan afectar especies acuáticas que son utilizadas para el consumo humano, por el contrario en el río Tunjuelo se vierten residuos provenientes del sector minero más exactamente de las empresas fabricantes de ladrillo, Holcim y Cemex, además de ser contaminadas con toda clase de basuras como lo evidencia las figuras 15 y 16 publicada por (Lagos, 2012, p. 62 y 72) estas aguas contaminadas pueden ser utilizadas de forma inescrupulosa para la manutención de pequeños cultivos.

Los bosques que fueron afectados funcionaban como barrera de contención natural contra las corrientes de agua, como reguladores del ambiente, hábitats y fuente

de alimento, sin este sistema natural los suelos quedaron desprotegidos contra los procesos de erosión ocasionados por el aire y el agua, lo cual disminuye la capacidad depuradora y el empobrecimiento de sus nutrientes, esta situación se refleja en la figura 12 y en la tabla 1.

La disminución de la biodiversidad es otro de los efectos ocasionados por la explotación intensiva, pues con ella se disminuye notoriamente la capacidad de los ecosistemas para retener y procesar los diversos contaminantes que se dispongan, así como el desplazamiento de especies nativas.

La contaminación de agua y suelo, erradicación de la vegetación del sector, exhibición de la fauna originaria de la zona, aumento en la contaminación del río Tunjuelito, agotamiento del recurso hídrico, estos efectos tan negativos perjudican drásticamente al medio y prolongan el tiempo que se necesita para su recuperación (Lagos, 2012), esta afirmación se relaciona estrechamente con la presentada en Lejanías y Granada.

7.3 Alternativas de mitigación

La construcción del muro en la universidad de la sabana permitió que esta dejara de inundarse, pero según (Bernal, 2011): “El resultado ya lo estamos viendo. Al no poderse desbordar el río por el sector de la Universidad, el agua tiene que escapar por algún otro lado, como los terrenos aledaños a la inundación. La Universidad cumplió con su protección y no se inundó en esta temporada de lluvias, y está en su derecho de protegerse, pero los vecinos quedaron en una situación aún más crítica que hace 7 meses”.

En el caso de la Universidad la construcción de los jarillones si le ha favorecido, tal y como se dio a conocer en una entrevista al El observatorio de la Universidad Colombiana (Posada, 2011), resalta que la universidad tomó como medida la construcción de un muro detrás del Jarillón que existía, a 6,54 metros de altura, es decir, un metro más alto que el otro. Lo que hicimos fue un muro de reforzamiento, de 2.000 metros de extensión, para evitar que una filtración lo tumbe y nos vuelva a inundar. Está ejecutado en un 90 por ciento. Ahora, la inundación actual no es por el Jarillón. La prueba está en que ni siquiera el agua ha superado la cota, de 5,42 metros de altura.

Cabe resaltar que la instalación de gaviones galvanizados para contener la fuerza de las aguas del río Guape especialmente en el municipio de Granada ha generado situaciones similares a la presentada con la Universidad de la Sabana, pues la construcción de estos permite desviar el caudal del río para alejarlo de los predios.

Pero ¿Por qué el gavión galvanizado favoreció la recuperación del predio del señor Justino? la forma de prisma rectangular de la malla, la utilización e instalación correcta de las piedras en el relleno permite que la sedimentación derivada de las crecientes ocupen los espacios entre piedra y piedra, la forma diagonal en que se

instaló para direccionar la corriente de agua, además de permitir el desarrollo y crecimiento de vegetación dentro y en contorno de la obra protegiéndola de las corrientes y el deterioro normal por su funcionamiento.

La instalación del gavión se realizó como medida de remediación y no de mitigación, razón por la cual éste terminó construyéndose dentro del predio del señor Justino, lógicamente esta obra le permitió recuperar parte del terreno que perdió e incluso aumentar la altura de los suelos por la acumulación de materia orgánica y sedimentos que le han permitido reforestar y sembrar árboles de cacao y aguacate como sustento económico.



Figura 20. Cultivo de cacao en el terreno que se recuperó después de la instalación del Jarillón.

Este es el lado amable de la obra, pero, el direccionamiento de las aguas hacia el lado opuesto también ha generado afectaciones en el playón más grande y los predios de la margen norte del río, así mismo cabe resaltar que el grado de inclinación del suelo hace que este terreno sea más susceptible a la erosión y pérdida de terreno en las crecientes.

Por otro lado se presentan casos exitosos sobre canalizaciones de ríos alrededor del mundo e incluso en Colombia como el río Izar en Múnich Alemania, río Brisbane en Australia, río Manzanares en Madrid España, algunos tramos de los ríos Fucha y Juan Amarillo en Bogotá y el río Medellín en Colombia.

Algunos de estos proyectos de canalización tienen más de 60 años, lo cual sienta un precedente importante en cuanto a su eficacia, estas obras se ajustaron a las necesidades específicas de cada región, por lo que la canalización del río Guape en los

puntos críticos como en el sector de los puentes o el nacimiento del caño San José de donde se extrae el líquido para el acueducto veredal, este tipo de proyecto se puede realizar basados en los mejores conceptos técnicos en donde no solo se incluya la canalización como tal, sino que se necesita tener en cuenta factores ambientales para disminuir los impactos, además de construir áreas para la recuperación del entorno y convertirlo en un lugar bonito con malecones y senderos para el desarrollo del turismo ecológico, para cualquiera de las obras que se quieran realizar se debe tener en cuenta especificaciones básicas como la forma del río (altura, ancho o profundidad).

La diferencia entre la instalación de los jarillones en puntos críticos y la canalización del río radica en la estabilidad del mismo y su durabilidad pues un Jarillón puede verse afectado por la fricción ocasionando un desgaste natural del mismo ocasionando deformaciones e incluso la desestabilización desde la base, por otro lado los canales son construidos como en el caso del río Medellín según el artículo elaborado por el estudiante (Baena) Siguiendo las recomendaciones de Mr. Jones consistentes en que el revestimiento de las paredes del cauce se haga con placas de hormigón de 15 a 25 cm de espesor e inclinadas unos 33° estas deben estar alrededor de 1,5 m por debajo del lecho del río con respecto a la horizontal, en lugar del revestimiento con muros verticales o casi verticales que era el sistema adoptado hasta entonces.

El costo de la canalización en los puntos críticos es mayor que para la construcción de los jarillones, en el futuro representara un alivio porque se disminuirán los impactos por los procesos erosivos y se fomentara la recuperación de las barreras naturales y tal vez la formación de bosques, ahora los recursos económicos invertidos constantemente en dragados y las posibles construcciones de jarillones pueden suponer un gasto y no una inversión para la región, pues como se ha reflejado hasta el momento no ha generado ningún beneficio total o definitivo.

La ambiciosa propuesta de (Lagos, 2012, p. 81) busca la intervención de la EAAB, para mitigar el impacto en la Microcuenca, con la ubicación de rejillas que reduzca el ingreso de residuos sólidos o un sistema de filtros que permitan

descontaminar las aguas residuales antes de ser dirigidas al cauce, la ubicación de interceptores y colectores que recojan los vertimientos de aguas negras y los conduzcan hacia los sistemas troncales de alcantarillado de la EAAB.

Si bien es cierto que el problema de contaminación en el río Tunjuelo es mayor al presentado en Lejanías, es indispensable la construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en el municipio de Lejanías, por medio de la cual el agua residual tratada sea vertida bajo unas condiciones mínimas de calidad, como el casco urbano del municipio es pequeño el caudal de salida del agua tratada es relativamente bajo.

Para complementar el tratamiento del agua residual se propone cultivar plantas depuradoras acuáticas como (*Typha Latifolia*, *Schoenoplectus Californicus*, *Vetiveria Zizanioides*, *Gynerium Sagittatum*), estas plantas permitirán que el agua que llegue al río este completamente oxigenada, por ende será más sostenible, mejorara el aspecto físico y la calidad del aire, proveerán refugio a la fauna silvestre de la zona e incluso a especies de aves migratorias, además de ser amigable con el ambiente puede proveer la materia prima para la elaboración de artesanías o la extracción de esencias para perfumería.

Independientemente de cuál sea el tipo de obra que se contemple para la mitigación de los impactos y la estabilización del caudal de un río o de donde se estime realizar, se deben tener en cuenta las recomendaciones de (Ochoa, 2011, p. 417):

“Los diseños de modificaciones en el cauce de un río deben mantener o mejorar la tendencia natural de los ríos o buscar una condición de equilibrio estable. Esto requiere entender la dirección y la magnitud de los cambios en las características del cauce que se producen por acciones del hombre o de la naturaleza. Este entendimiento se puede obtener de las siguientes maneras:

- Estudiando la corriente en condiciones naturales
- Teniendo un conocimiento de los caudales líquidos y sólidos.
- Ser capaz de predecir los efectos y la magnitud de las actividades humanas futuras,

- Aplicando los conocimientos de geología, geomorfología, suelos, hidrología e hidráulica de los ríos aluviales”.

8 CONCLUSIONES

La realización del proyecto de investigación ha evidenciado la problemática de los residentes aledaños a las fuentes hídricas del piedemonte llanero, se puede decir que toda acción realizada por los colonos generó un impacto sobre la cuenca del río, pues sufrió un agotamiento en sus recursos naturales, lo cual ocasiono que el río se expandiera y en la actualidad con cada creciente genere afectaciones ya sea en viviendas, estructuras públicas, agricultura o al mismo ambiente.

Las imágenes satelitales a simple vista no evidencian cambios en el cauce del río, pero al realizarse el estudio detallado se puede afirmar que los procesos de deforestación en las riberas del río no solo permitieron que el río se expandiera, además ha ido aumentando su extensión de manera periódica.

Es muy escasa la información relacionada con la cuenca del río Guape, no se conocen planes de manejo ambiental, planes de contingencia que permitan articular la información emitida por las estaciones pluviométricas como medida de prevención ante las temporadas de invierno y las posibles crecientes del río.

Los procesos de contaminación de la fuente hídrica no provienen únicamente de la percolación, la utilización del agua para tanquear y el lavado la maquinaria contaminada con insumos agrícolas. A esto se le debe sumar el hecho de que las aguas residuales del casco urbano de Lejanías estén siendo dispuestas sin ningún tipo de tratamiento sobre el cauce del río Guape.

Es claro que el problema de contaminación del río Guape no afecta el desplazamiento del caudal, pero sí está generando una alteración de la calidad del agua, es muy necesaria la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR del municipio de Lejanías, pues esto permitiría la remoción de contaminantes ya sea por medio de métodos biológicos, fisicoquímicos o combinados, para que el efluente final llegara con unas condiciones mínimas de calidad aceptadas por las

Autoridades Ambientales Regionales y Municipales para ser dispuestas en la fuente receptora.

Existen contradicciones en las entrevistas en cuanto a que algunos residentes afirman que los procesos de deforestación si han sido los causantes de la expansión del río teniendo en cuenta que por el sector de la Cubillera solo corría un pequeño caño, mientras otros aducen el fenómeno a una acción divina, lo cual se convierte en una acción de desconocimiento frente al actuar indiscriminado de los colonos.

No se cuenta con el apoyo del gobierno nacional mediante políticas para la remediación y recuperación de los suelos erosionados por los ríos y la explotación agrícola.

9 RECOMENDACIONES

De las opciones analizadas como alternativa de mitigación, la mejor opción es la canalización parcial o total de los puntos críticos, a pesar de su alto costo es más una medida de preventiva y correctiva de alta durabilidad que permitirá la recuperación del ambiente.

El acompañamiento de los entes territoriales en el suministro de la asesoría técnica y educación ambiental, además de un capital semilla para realizar procesos de reforestación en los que se tengan en cuenta las necesidades del medio ambiente y que generen un ingreso a los cuidadores para incentivar el cuidado de la rivera y la biodiversidad.

Se sugiere a las autoridades ambientales y administrativas de los dos Municipios trabajar de manera conjunta para elaborar planes de contingencia que permitan estar alertas ante cualquier emergencia que pueda ocasionar el río en el que la prioridad sea mitigar y no remediar.

Se recomienda al IDEAM la instalación o adaptación de las estaciones a sistemas autosuficientes en el procesamiento de la información, para que no se presenten ausencias en la recopilación de datos que puedan ser de gran vitalidad en la prevención de impactos futuros sobre el ambiente o las comunidades.

10 LIMITACIONES PARA LAS ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN

El factor económico es una limitante para llevar a cabo las obras de mitigación y control del cauce del río Guape especialmente en el Municipio de Granada.

La falta de gestión por parte de los entes territoriales para la asignación de recursos económicos que permitan la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales para el Municipio de Lejanías.

La generación de conciencia sobre las buenas prácticas agrícolas en los campesinos, debido a que algunos residentes no creen en los problemas que está generando la contaminación.

La falta de comunicación entre los Administrativos del Municipio de Lejanías y Granada para llevar a cabo la elaboración de planes de contingencia que estén direccionados a la mitigación y no la remediación.

Las fallas que se presentan en las estaciones pluviométricas que impiden la generación de reportes continuos.

11 BIBLIOGRAFÍA

Betancur, L. (2016). ¿De la sequía de El Niño a las lluvias de La Niña? *EL TIEMPO* .

El Tiempo.es . (2016). *El Niño ya tiene sustituto y se llama La Niña*. Recuperado el 01 de Noviembre de 2016, de <http://picazo.eltiempo.es/2016/04/15/el-nino-ya-tiene-sustituto-y-se-llama-la-nina/>

Google Earth. (2016). *Cauce Río Guape*. Recuperado el 23 de Octubre de 2016

IDEAM. (2011). *ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL FENÓMENO “LA NIÑA” 2010-2011 EN LA HIDROCLIMATOLOGÍA DEL PAÍS*.

IDEAM. (2015). *Anuario Climatológico*. Ministerio de Medio Ambiente.

Observatorio Ambiental de Bogotá. (sf). *Datos e indicadores para medir la calidad del ambiente en Bogotá*. Recuperado el 25 de Octubre de 2016, de <http://oab.ambientebogota.gov.co/es/pcambio-climatico/indicadores?id=156&v=1>

Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2016). *Nacimiento del rio guape en el paramo de sumapaz*. Recuperado el 23 de Octubre de 2016, de <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/parques-nacionales/parque-nacional-natural-sumapaz/>

Tremarctos. (2016). *Zona de susceptibilidad a inundacion*. Recuperado el 23 de Octubre de 2016, de <http://www.tremarctoscolombia.org/>

Universidad Catolica de Chile. (sf). *Agentes y Procesos: Principios Geomorfológicos*. Recuperado el 25 de Octubre de 2016, de http://www7.uc.cl/sw_educ/geografia/geomorfologia/html/1_1_2.html

Bernal, D. (2011). *¿por qué “nos inundan” los ríos?* Recuperado el 25 de Febrero de 2017, de Fundación Humedales Bogotá: <http://humedalesbogota.com/2011/12/13/porque-nos-inundan-los-rios-el-caso-de-la-universidad-de-la-sabana/>

El Universal. (14 de Julio de 2014). Se agrava situación en Lejanías, Meta, por colapso del puente.

Castaño, J. (2015). *Modelación de la calidad del agua del Modelación de la calidad del agua del implementación del plan de saneamiento de Bogotá*. (F. d. Universidad Nacional de Colombia, Ed.) Bogotá, D.C.: Tesis de investigación presentada como requisito parcial para optar al título de: Magister en Ingeniería Recursos Hidráulicos.

Posada, O. V. (29 de Noviembre de 2011). Unisabana se ratifica: No ha violado las normas en la construcción de su sede. (E. o. Colombiana, Entrevistador)

Minvivienda & DNP. (2004). *Plan Nacional De Manejo De Aguas Residuales Municipales En Colombia*. Bogotá, D.C.

Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2009). *Resolución 1096 de 2000 Ministerio de Desarrollo Económico*. Bogotá D.C.

IDEAM. (2012). *Posibles efectos naturales y socioeconómicos del fenómeno “El Niño” en el periodo 2012 - 2013 en Colombia*. Bogotá, D.C.

FAO. (s.f.). *Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030*. Departamento Económico y Social.

Ochoa, T. (2011). *Hidráulica de ríos y procesos morfológicos*. (P. ebrary, Ed.) Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.

Arango, C., Dorado, J., D., G., & Ruiz, J. F. (2012). *CAMBIO CLIMÁTICO MÁS PROBABLE PARA COLOMBIA A LO LARGO DEL SIGLO XXI RESPECTO AL CLIMA PRESENTE*. Grupo de Modelamiento de Tiempo, Clima y Escenarios de Cambio Climático - Subdirección de Meteorología – IDEAM.

Arango, C., Dorado, J., D, G., & Ruiz, J. F. (sf). *CLIMATOLOGÍA TRIMESTRAL DE COLOMBIA*. Grupo de Modelamiento de Tiempo, Clima y Escenarios de Cambio Climático - Subdirección de Meteorología – IDEAM.

Lagos, C. (2012). *DIAGNÓSTICO DEL ESTADO AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA QUEBRADA LA TROMPETA A PARTIR DEL COMPONENTE SOCIOCULTURAL Y SOCIOECONÓMICO*. Bogotá: UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS .

IGAC. (2004). *Especificaciones Técnicas - Cartografía Básica: Anexo 2 Tipos de Coordenadas Manejados en Colombia*.

IGAC. (2004). *Especificaciones Técnicas - Cartografía Básica: Anexo 2 Tipos de Coordenadas Manejados en Colombia*.

Baena, J. (s.f.). *Canalización del Río Medellín*. (E. d. Antioquia, Editor) Recuperado el 27 de Diciembre de 2017, de http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/es/historia/rio_medellin/inicial.htm

UNICEF. (s.f.). *Prevención y mitigación*. Recuperado el 19 de 04 de 2018, de https://www.unicef.org/republicadominicana/Boletin9_Unicef.pdf

12 ANEXOS

12.1 ANEXO A: GUÍA DE ENTREVISTA SEMI-ESTRUCTURADA.

Caracterización del entrevistado:

Nombre:	Edad:	Género:
Ocupación:	Nivel de estudios:	Dirección:
Área de la finca:	Año de adquisición del predio:	Tiempo en la región:
Residentes permanentes en la finca: (Quiénes viven en la finca y parentesco)		
Núcleo familiar (familiares que dependen del entrevistado o que hacen parte de su núcleo familiar):		
Principales cultivos y producción pecuaria en la finca:		
¿Tienen ingresos adicionales a lo producido en la finca? ¿Cuáles?:		
Porcentaje de ingresos familiares que dependen de la producción en la finca:		
<i>Ubicación de la finca en una imagen satelital con la ubicación de los lugares con cambios y pérdidas.</i>		
<i>Imágenes del recorrido en campo en el predio con los sectores afectados.</i>		

¿Teniendo en cuenta el tiempo que usted tiene de habitar la región y desde su punto de vista, cree que el cauce del río ha cambiado? ¿De qué forma?	
¿Qué cree que ha podido causar las alteraciones del cauce del río?	
¿Recuerda las principales crecientes y desboradamiento del río que se han presentado? ¿En qué años? ¿Y sequía o disminución anormal del cauce? ¿En qué años?	
¿Usa usted la ribera del río para cultivos? ¿Qué tan cerca del río siembra sus cultivos? ¿Cree usted que la explotación agrícola en la ribera del río puede causar alteraciones en su cauce? ¿Esas crecientes y desbordamientos del río le han afectado sus cultivos?	
Además de la explotación agrícola, ¿Cree usted que la explotación ganadera en la ribera puede causar alteraciones en el cauce del río? ¿En qué sentido?	
¿Cree usted que la influencia climática en la región puede llegar a ser uno de los detonantes en las alteraciones del cauce? ¿Por qué?	
¿Según su vivencia siente que la temperatura en la región ha aumentado o disminuido en los últimos tiempos?	
¿Cree usted que el clima ha cambiado? ¿De qué forma?	
¿A escuchado el término “cambio climático”? ¿Qué entiende usted por cambio climático?	
¿Cree usted que el cambio climático está afectando la población? ¿De qué forma?	
¿Usted tiene conocimiento sobre la existencia ahora o en años anteriores de algún proyecto de explotación de material de río?	

¿Ha conocido usted de algún proceso de deforestación aguas arriba? ¿Sabe cuál fue la finalidad de la deforestación? ¿Cree que esto pudo afectar el comportamiento del cauce?							
¿Por qué cree usted que el caudal del río aumentó en los últimos años sobre el brazo de la Cubillera? ¿Conoce usted la causa?							
¿Siendo usted vecino del río, ha encontrado residuos o elementos extraños que pueden alterar las condiciones normales del cauce?							
¿Cómo le ha afectado el comportamiento del río especialmente en época de invierno? ¿Ha perdido terrenos en la rivera, cultivos, animales, otros activos?	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cultivos y Bienes</th> <th>Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Cultivos y Bienes	Valor				
Cultivos y Bienes	Valor						
¿Por las alteraciones del cauce del río Guape y la erosión causada en las crecientes, aproximadamente cuánto terreno ha perdido desde el momento en que adquirió el predio a la fecha?							
¿Recuerda en qué año sufrió usted y su economía la mayor afectación por las crecientes del río? ¿Qué pérdidas tuvo? ¿A cuánto dinero equivaldría esa pérdida?							
¿En qué otros años ha tenido pérdidas considerables? (obtener valor económico equivalente)							
¿Conoce daños ocasionados por el río a obras públicas o privadas en la zona? ¿Cuáles? ¿Recuerda fechas?							
¿El gobierno nacional, departamental o local ha desarrollado algún proyecto que permita disminuir los daños causados por las crecientes del río?							
¿Qué tipo de ayuda ha recibido de parte del estado para enmendar los daños y pérdidas que ha tenido?							

Bajo su propia responsabilidad y con sus propios recursos ha realizado alguna modificación del cauce para disminuir los daños en su predio, tales como: Desviación con draga, diques de contención, azogue, rezos u otros? ¿Hace cuánto tiempo lo realizó? ¿Han funcionado?	
¿Tiene en mente alguna otra estrategia que pueda usarse, pero que no haya realizado? ¿Cuál? ¿Cómo funcionaría? ¿Por qué no la ha realizado?	
¿Qué tipo de obras ha realizado el gobierno para mitigar y controlar el cauce del río?	
¿Cómo aprovecha usted los playones del río cuando el cauce se retira de sus linderos?	
¿Cree usted que un proyecto de reforestación en la rivera puede disminuir las afectaciones por las crecientes? ¿De qué forma?	
¿Usted ha desarrollado algún proyecto de reforestación en su predio o en la zona que colinda con el río? ¿Cómo lo ha realizado? ¿Hace cuánto lo desarrolló? ¿Para desarrollar dichos proyectos usted ha tenido algún tipo de asesoría? ¿Qué resultados ha obtenido?	
¿Sabe de otras estrategias que puedan ayudarle a disminuir los efectos de los cambios en el río? ¿cuáles?	
¿Usted como principal conocedor del comportamiento del cauce y sus cambios en el tiempo que haría para solucionar los problemas generados por las crecientes del río sobre su predio y el de sus vecinos?	